

THESIS

MUNICH

1966

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

VERGLEICHENDE KREISLAUFMESSUNGEN
IN LUFT- UND KOHLENSÄURESPRÜHBÄDERN
BEI GESUNDEN JUGENDLICHEN
UND BEI HYPERTONIKERN

Volker | Scheidemandel

AUS DEM BALNEOLOGISCHEN INSTITUT BEI DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Medizinische und Klimatologische Abteilung

Vorstand: Professor Dr. med. H. von Braunbehrens

VERGLEICHENDE KREISLAUFMESSUNGEN
IN LUFT- UND KOHLENSÄURESPRÜHBÄDERN
BEI GESUNDEN JUGENDLICHEN
UND BEI HYPERTONIKERN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Volker Scheidemandel
aus Nürnberg

München 1966

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

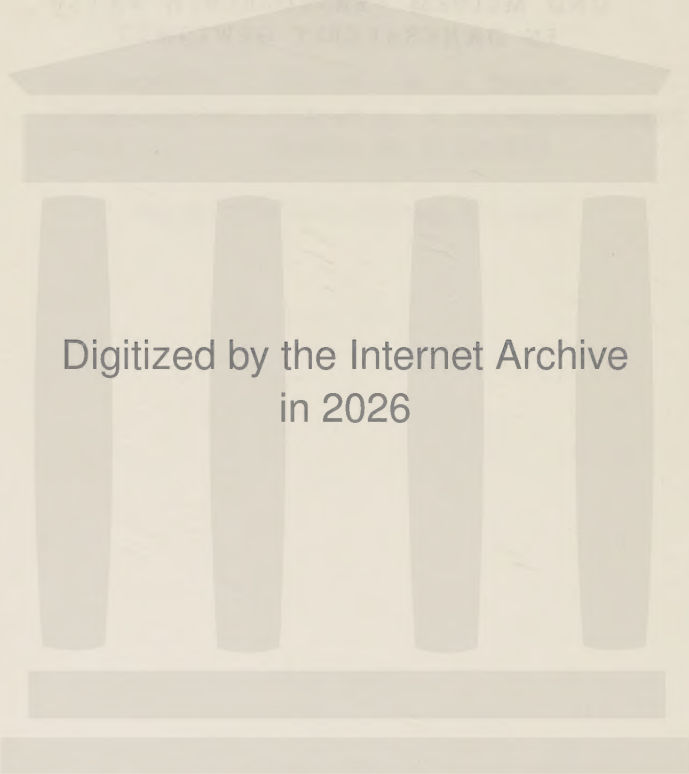
Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. H. DREXEL

Mitberichterstatter: Professor Dr. H. von BRAUNBEHRENS

Dekan: Professor Dr. R. ZENKER

Tag der mündlichen Prüfung: 8. 3. 1966

MEINER MUTTER
UND MEINEM VERSTORBENEN VATER
IN DANKBARKEIT GEWIDMET



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG	7
FRAGESTELLUNG	9
LITERATURÜBERSICHT	10
VORVERSUCHE	16
VERSUCHSPERSONENAUSWAHL	17
APPARATUR	17
VERSUCHSANORDNUNG	19
VERSUCHSVERLAUF	20
AUSWERTUNG	21
UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	23
DISKUSSION	27
ZUSAMMENFASSUNG	31
ANHANG (Abbildungen und Tabellen)	35
LITERATURVERZEICHNIS	62

EINLEITUNG

SCHOPENHAUER hat einmal gesagt: "Eine unvergleichlich klare, heitere und rein beschauliche Stimmung pflegt die unmittelbare Folge eines kalten Bades zu sein." Er hat damit zum Ausdruck gebracht, was wir alle wissen, daß nämlich ein Bad - im richtigen Augenblick bei entsprechender Temperatur genommen - das körperliche Wohlbefinden durchaus verbessern kann.

Diese unspezifische Wirkung eines Bades mit ihrer Wirkung auf den menschlichen Kreislauf muß man trennen von Bädern, die aus klarer medizinischer Indikation verabreicht werden. F. W. BENECKE zeigte in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, daß bei richtiger Indikationsstellung Kohlensäurethermen mit großem Erfolg bei Herzkrankheiten angewandt werden konnten. Bis zu diesem Zeitpunkt lautete die ärztliche Lehrmeinung, daß es ein Kunstfehler sei, Herzranke mit Bädern zu behandeln. So hatte BENECKE durch das Experiment die frühere ärztliche Erfahrung widerlegt, die sich in ihrer nachteiligen Aussage wohl hauptsächlich in der besonderen Auswirkung des hydrostatischen Druckes auf einen in seiner Funktion gestörten Kreislauf begründete. Man hatte vorher noch nicht die für bestimmte Herzranke vorteilhafte spezifische Wirkung der Kohlensäure auf den menschlichen Kreislauf erkannt gehabt.

Hiermit wurde in der Balneotherapie wohl ein bedeutsamer Schritt getan: Eine bisher rein empirisch begründete Behandlungsweise wurde in Richtung auf ihre wissenschaftlichen Grundlagen überprüft. Allein so ergab sich die Möglichkeit, etwas Exaktes über die Berechtigung einer bestimmten balneologischen Therapieform auszusagen.

Kohlensäurebäder wurden ursprünglich nur als Wasserbäder verabreicht, doch hat sich in den letzten Jahrzehnten auch das Gasbad zur Behandlung von Herz-Kreislaufkrankheiten eingeführt. Der Grund liegt darin, daß der Gesunde die Auswirkungen eines Vollbades ohne weiteres verträgt, nicht aber jeder Kranke. Für den Herz-Kreislaufkranken empfehlen sich Bäderformen, bei denen eine besondere Änderung wichtiger Kreislaufgrößen im allgemeinen nicht festgestellt werden kann. Dies trifft z. B. für das thermoindifferente Gasbad zu. Bei ihm fallen die Auswirkungen des hydrostatischen Druckes fort. Daß im Wasserbad eine ungleich viel größere Beeinflussung der Herz-, Kreislauf- und Atemmechanik zustande kommt, ist inzwischen eingehend untersucht und begründet worden (v. DIRINGSHOFEN; GAUER; THRON).

Neben den beiden bekanntesten Bäderformen, dem Wasser- und dem Gasbad, hat sich seit einigen Jahren in Bad Wiessee das "Sprühbad" gut eingeführt, welches jede kreislaufregulatorische Belastung des Organismus vermeidet. Sein medizinisches Interesse begründete sich damit, daß Jod-Schwefel-Bäder, wie sie in Bad Wiessee verabreicht werden, nach alter Erfahrung vor allem dem alternden Menschen zugute kommen sollen, daß aber ein Teil dieses geriatrischen Krankengutes von der Anwendungsform des Wasserbades ausgeschlossen werden muß, weil der

hydrostatische Druck mit seiner regulatorischen Kreislaufumstellung nicht zumutbar erscheint. Mit Hilfe von radioaktiven Isotopen im Sprühbad durchgeführte Besprühungen ergaben Resorptionszahlen, die im Durchschnitt etwa fünfmal höher lagen, als im Wasserbad (DIRNAGL, FICK u. SCHNEIDER). Diese im Vergleich zum Normalbad stark erhöhte Resorptionsgeschwindigkeit gab den Anlaß, die Behandlungsdauer auf durchschnittlich 10 Minuten festzulegen.

Es lag nahe zu fragen, ob diese neue Art der Badverabreichung sich nicht auch für Bäderarten empfahl, welche, wie das Kohlensäurebad, in anderer Form schon gut erprobt waren. Wir beschlossen daher, an unserem Institut in einem Modell des Wiesseer Sprühbades Versuche mit CO₂-Besprühung bei jugendlichen Kreislaufgesunden und älteren Kreislaufkranken (Patienten mit essentieller Hypertonie) durchzuführen. Die Bestimmung charakteristischer Kreislaufgrößen sollte dabei besondere Beachtung finden.

FRAGESTELLUNG

Die Verabreichung von Kohlensäurebädern in der Balneotherapie ist heute von ungemeinder Bedeutung. Die beiden üblichen Verabreichungsformen sind CO_2 -Wasser- und CO_2 -Gasbäder. Der entscheidende Unterschied zwischen diesen beiden Bäderformen ist der Wegfall des hydrostatischen Druckes bei den Gasbädern, wodurch deren Indikationsbereich bei der Behandlung verschiedener Krankheiten nicht unwesentlich erweitert wird. Gasbäder treten in ihr Recht, wenn Patienten mit organisch fixierter, besonders hoher Blutdrucklage, solche mit Dyspnoe in Horizontal-lage oder mit größerer Einschränkung der Beweglichkeit balneologisch behandelt werden sollen. Diesen Patienten kann ein Wasserbad nicht ohne weiteres zugemutet werden.

Ein Mittelding zwischen den beiden genannten Anwendungsformen ist das in Bad Wiessee mittlerweile gut eingeführte "Sprühbad". Bisher nur zur kurmäßigen Durchführung von Jod-Schwefel-Besprühungen verwendet, legte es aufgrund seiner Konstruktion den Gedanken nahe, seinen Indikationsbereich zu vergrößern und auch Kohlensäurebesprühungen in ihm durchzuführen. Dies erschien umso leichter, als man anstelle der üblichen Verwendung von Druckluft zur Speisung der Düsenzerstäuber nur Flaschenkohlensäure einzusetzen brauchte. So könnte man die für eine optimale Hautresorption der CO_2 zu fordernden Bedingungen erreichen: Einmal soll ja strömendes Gas eine ungleich viel höhere Kreislaufwirkung als ruhendes entfalten (ECKERVOGT) und zum andern fördert sehr wahrscheinlich die Milieufeuchtigkeit die Resorption der Kohlensäure durch die Haut (COBET u. v. HAEBLER). Außerdem gilt für das Sprühbad das gleiche wie für das Gasbad: keine Kreislaufbelastung durch den Wasserdruck. Verwendet man beim Betrieb des Sprühbades Flaschenkohlensäure, so wird man zudem unabhängig von einer Mofette oder Kohlen-säurequelle.

Zur Klärung der Frage, wie sich solche Besprühungen auf charakteristische Kreislaufgrößen auswirken, war die Durchführung von entsprechenden Versuchen an mehreren Probanden von Wichtigkeit. Eine Gruppe jugendlicher Versuchspersonen mit normalen Blutdruckwerten und eine Gruppe von Patienten mit essentieller Hypertonie sollten unter gleichen Bedingungen den Einflüssen von Sprühbädern ausgesetzt werden und das Verhalten des Kreislaufs im Luftsprühbad einerseits und im Kohlensäuresprühbad andererseits besondere Beachtung finden. Das zur Besprühung notwendige Wasser sollte gewöhnliches Leitungswasser sein, um jede chemische Zusatzwirkung auszuschalten.

Bei der vergleichenden Bearbeitung des Kreislaufproblems interessierten dabei folgende Fragen:

- 1) Kann im Kohlensäuresprühbad eine charakteristische Beeinflussung bestimmter Kreislaufgrößen festgestellt werden?

- 2) Wodurch unterscheidet sich das Kohlensäure- vom Luftsprühbad bei beiden untersuchten Personengruppen hinsichtlich der Beeinflussung der ermittelten Kreislaufgrößen?
- 3) Bestehen im CO₂-Sprühbad deutliche Unterschiede in der Reaktion bei jugendlichen gesunden Versuchspersonen einerseits und Hypertonikern andererseits?
- 4) Lassen sich gegenüber den bislang geübten Verfahren (Gas- und Wasserbädern) Unterschiede im Kreislaufverhalten feststellen?

LITERATURÜBERSICHT

I. DAS SPRÜHBAD UND DEM SPRÜHBAD ÄHNLICHE BADEFORMEN

Sprühbäder werden seit beinahe 8 Jahren im Jod-Schwefelbad Wiessee verabreicht. DIRNAGL, FICK u. SCHEIDER hatten die grundlegenden Untersuchungen für die Entwicklung dieser neuen Badeform durchgeführt. Sie untersuchten u. a. das Verhalten charakteristischer Kreislaufgrößen während der Besprühung und fanden im allgemeinen keine Veränderungen des Blutdruckes, der Pulswellengeschwindigkeit und der Pulsfrequenz. Demgegenüber wurde ein Teil der untersuchten herzkreislaufkranken Patienten durch den hydrostatischen Druck des Wannenbades zur Erhöhung der systolischen Werte und anderer Größen veranlaßt. Das war der Fall bei fortgeschrittener sklerotischer Erstarrung der Gefäße.

HILLE, HERTLEIN u. BAUM bezeichnen eine von ihnen entwickelte Badeform, in der sie Kohlensäure balneotherapeutisch erprobten, als "KOHLENSÄURE-SPRÜHBÄDER". Die Methode des Besprühens ist aber von der in Bad Wiessee geübten weitgehend unterschieden. Die Besprühung erfolgt nicht, wie in Bad Wiessee, aus 20 druckluftgespeisten Düsenzerstäubern von allen Seiten her in Richtung auf den sitzenden Patienten, sondern die in einer Wanne sitzenden Patienten werden aus 5 sog. Braustrichern von oben geduscht. Nach den Angaben der Autoren sinkt der Blutdruck während der Besprühung mit Thermalwasser deutlich. Eine genaue Beurteilung dieser Frage scheint aber ohne weiteres nicht möglich zu sein, da zwar Blutdruckmessungen während und nach der Besprühung gemacht wurden, vor dem Bad durchgeführte Messungen aber fehlen. Als weitere Auswirkung ihrer Besprühung führen die Autoren ein Absinken der Pulsfrequenz an. Von ihnen vergleichsweise durchgeführte Besprühungen mit Leitungswasser zeigten nur eine angedeutete Senkung von Blutdruck und Pulsfrequenz. Das CO₂-Sprühbad, welches 20 Minuten dauerte, empfanden die Patienten im allgemeinen als recht belastend.

II. ÜBERSICHT ÜBER DIE BISHER ÜBLICHEN ARTEN VON KOHLENSÄUREBÄDERN

A . Wasserbäder

Kohlensäurebäder werden verabreicht als Wasser- und als Gasbäder. Die Frage, ob in einem Kohlensäuremilieu das Gas über die Haut in den menschlichen Organismus gelangt, ist inzwischen positiv entschieden worden und es ist ein Verdienst HEDIGER's, die ersten grundlegenden Versuche zur Klärung dieser Frage gemacht zu haben. Während sich frühere Forscher bemühten, die diffundierte CO_2 in der Ausatemungsluft wieder zu finden, obgleich es ihnen klar sein hätte müssen, daß eine Zunahme des CO_2 -Gehaltes in der Ausatemungsluft außer durch Diffusion durch die Haut durch eine Reihe anderer Faktoren ebenso hervorgerufen werden kann, ging HEDIGER den einfacheren Weg: Er untersuchte die Abnahme des Kohlensäuregehaltes im Badewasser selbst. KRAMER u. SARRE konnten nachweisen, daß HEDIGER die Tatsache der Diffusion zwar richtig beschrieben hatte, daß er mit seinen Ergebnissen jedoch viel zu hoch lag. Sie fanden, daß die absolute Größe der CO_2 -Diffusion in einem Kohlensäurebad durchschnittlich 30 cm^3 pro Minute beträgt. HAEUSSLER hat in späteren Versuchen die Richtigkeit der von KRAMER u. SARRE gefundenen Werte bestätigt.

Ihre besondere therapeutische Wirksamkeit entfaltet die Kohlensäure bereits in der Haut, indem es dort zu einer Rötung und damit zu einer vermehrten Kapillarisation kommt (GOLLWITZER-MEIER). Allerdings sind die Rückwirkungen auf den Kreislauf im CO_2 -Gasbad andere als im Wasserbad. Dieser nämlich wird in seinen Reaktionen sehr von den physikalischen Qualitäten der Medien bestimmt, in denen die Kohlensäure an die Körperoberfläche herankommt. So darf man die Auswirkungen der Temperatur und des hydrostatischen Druckes nicht mit den spezifischen chemischen Wirkungen der Kohlensäure verwechseln. Vor allem ist es wichtig, sich das Maß der kreislaufregulatorischen Umstellung im einfachen Wasserbad gegenüber dem CO_2 -Bad klarzumachen:

Nach GOLLWITZER-MEIER bewirkt das CO_2 -Wasserbad keine Mehrarbeit des Herzens. Der Kreislaufantrieb im indifferenten Kohlensäurebad hebt sich in der Größenordnung auch nicht von demjenigen im indifferenten Süßwasserbad ab und man kann sicher nicht schließen, daß die Mehrarbeit - bezogen auf die Volumenleistung - das Wesentliche der Kreislaufwirkung des Kohlensäurebades darstellt. Ein wichtiges Maß dieser Kreislaufwirkung verschiedener Bäderformen ist u. a. das Herzzeitvolumen. KROETZ u. WACHTER fanden das Minutenvolumen im kohlensäuren Solbad um 31-34 % erhöht. Die gleichen Autoren fanden im indifferenten Süßwasservollbad eine Erhöhung um 20-24 %, während BISCHOF u. PAETSCH eine Steigerung um 12 %, HERKEL um 30 % erhielten. Hieraus folgt, daß die Volumenleistung in den beiden Bäderformen keine auffallenden Unterschiede zeigt. Im Gegensatz zu den beschriebenen Autoren konnte JUNGSMANN in neueren Versuchen eine Zunahme des Herzzeitvolumens im indifferenten Vollbad nicht feststellen.

Als indifferent wählte er dabei nur solche Bäder, bei denen sich die Sublingualtemperatur um nicht mehr als 0,2 % änderte und fand unter diesen strengen Kautelen auch keinerlei gerichtete Veränderungen der Pulswellengeschwindigkeit und der Pulsfrequenz.

Andere Größen, über die genaue Untersuchungen vorliegen, sind der periphere Gesamtwiderstand und der Elastizitätskoeffizient. Die Frage, ob sich Süßwasser- von CO₂-Bädern in der Beeinflussung dieser Größen deutlich voneinander unterscheiden, muß man so beantworten, daß beide Größen im CO₂-Bad zwar abnehmen und dies bei Hypertonikern am stärksten ausgeprägt ist, (STURM u. MEIMETH), daß richtungsmäßig gleiche Veränderungen jedoch auch in Süßwasserbädern vorhanden sind (HERKEL). Denn nicht nur spezifische Kohlensäurewirkungen führen zu einer Erweiterung der Hautkapillaren und damit einer Senkung des peripheren Widerstandes, sondern sicher spielen auch unspezifische, d. h. hydrostatische und thermische Einflüsse eine Rolle.

Von großer therapeutischer Bedeutung ist die Frage nach der Verträglichkeit eines Vollbades beim Herz-Kreislaufgeschädigten. Da ein Vollbad im Effekt auf Herz und Lungen einer massiven Bluttransfusion gleichzusetzen ist (GAUER), wird verständlich, daß beim Herzkranken nicht in jedem Fall ein solches Bad durchführbar ist, während der Gesunde die Auswirkungen eines Vollbades indifferenter Temperatur ohne weiteres vertragen wird. Vor allem müssen beim Herz-Kreislaufkranken die Auswirkungen des hydrostatischen Druckes auf Atmung und Kreislauf berücksichtigt werden (v. DIRINGSHOFEN; GAUER; THRON). Im Vollbad nehmen Umfang und Volumen von Thorax und Abdomen ab, intraabdominaler und intrathorakaler Druck steigen an und infolge der Thoraxkompression, der Zwerchfellverschiebung und Blutverlagerung in Richtung rechtes Herz nehmen die elastische Spannung der Lungen ab und der intrapleurale Druck zu. Hierbei sinkt die sog. Atemmittellage bei steigendem Wasserspiegel erheblich ab (v. DIRINGSHOFEN) und die Vitalkapazität verkleinert sich entsprechend der Abnahme der Reserveluft. Diese Tatsache ist für den Herzkranken mit Lungenstauung von großer Bedeutung. Bei ihm nämlich ist die respiratorische Mittellage an sich schon expiratorisch verschoben, so daß der hydrostatische Druck darüber hinaus eine beträchtliche Atemnot mit starkem Oppressionsgefühl auslösen würde. Infolge veringierter Koronardurchblutung kann es sogar zu Anfällen von Angina pectoris kommen. Der begrenzte Anwendungsbereich von Kohlensäurevollbädern, und von Vollbädern überhaupt, wird daraus klar.

Wichtig war die Feststellung von GOLLWITZER-MEIER, daß eine Mehrarbeit des Herzens im Bad durch steigende Druckleistung von vornherein ausgeschlossen ist. Alle Beobachtungen über den Blutdruck im Bade zeigten nämlich, daß es kaum je zu einem nennenswerten Anstieg des arteriellen Druckes kommt. Bei Versuchen mit gesunden Versuchspersonen in thermoindifferenten CO₂-Bädern stellten BISCHOFF u. PAETSCH fest, daß systolische und diastolische Druckwerte und die Pulsfrequenz abnahmen. In thermoindifferenten CO₂-Bädern nimmt nach den Untersuchungen von KROETZ u. WACHTER die Pulsfrequenz nahezu regelmäßig und stärker als in ent-

sprechenden Süßwasserbädern ab. Dem entspricht auch in etwa die Behauptung JUNG-MANN's, daß im indifferenten Süßwasservollbad sich die Pulsfrequenz nicht ändert.

Alles in allem läßt sich sagen, daß im Kohlensäurewasserbad das Herz ökonomischer arbeitet (GOLLWITZER-MEIER). Der Nutzeffekt für den Kreislauf, dargestellt durch das Herzzeitvolumen, ist erhöht und der physiologische Arbeitsaufwand geringer, da es zu einer Druckentlastung zugunsten einer erhöhten Volumenleistung kommt. Volumenarbeit stellt jedoch an das Herz geringere Anforderungen als Druckarbeit. Zudem bedeutet die Verminderung der Pulsfrequenz im CO₂-Bad für das Herz eine Arbeitersparnis, da nach STARLING der Sauerstoffverbrauch mit der Frequenzabnahme sinkt.

B. Gasbäder

Außer in Wasserbädern wird die Kohlensäure auch als reines Gas in der Balneotherapie angewendet. Kohlensäuregasbäder finden Verwendung zur Behandlung von peripheren Durchblutungsstörungen, Erfrierungen, torpiden Wunden und dgl. sowie von Herz- und einer Reihe spezieller Gefäßkrankheiten. Der entscheidende Unterschied der Gas- gegenüber den Wasserbädern liegt darin, daß bei ihnen die peripheren Kreislaufwirkungen unter Ausschaltung der bei einzelnen Krankheiten unerwünschten hydrostatischen Effekte ausgelöst werden können.

Von Bedeutung ist die Frage nach den optimalen Bedingungen einer CO₂-Aufnahme in den Organismus im Kohlensäuregasmilieu. Bezüglich der Rolle der Haut- und Milieufeuchtigkeit für das Maß des CO₂-Durchtrittes über die Haut in den Organismus ist bisher noch keine Einigung erfolgt. Während COBET u. v. HAEBLER fanden, daß die Menge der durch die Haut diffundierenden Kohlensäure umso größer wird, je feuchter diese ist, lehnt ECKERVOGT einen solchen Zusammenhang ab. Immerhin glaubt er, daß strömendes Gas eine ungleich viel stärkere Wirkung entfaltet, als stehendes: eine dem Körper anhaftende, ruhende Luftschicht verhindert eine hohe CO₂-Konzentration über der Haut. Diese ist aber für die Menge der diffundierenden CO₂-entscheidend. Sie steht in einem konstanten Verhältnis zur jeweiligen Spannungsdifferenz zwischen Flüssigkeit und Haut. Der CO₂-Durchtritt wird also größer, wenn die Spannungsdifferenz steigt, und umgekehrt kleiner, wenn diese sinkt. (S. Formel! - nach KRAMER u. SARRE; HAEUSSLER).

$$\frac{V}{P - P_1} = k ;$$

V = das durch die Membran (Haut) diffundierende Gas
in cm³ /Stunde.

P = Druck des Gases über der Membran.

P₁ = Druck des Gases innerhalb der Membran.

k = Diffusionskonstante.

In CO₂-haltigem destilliertem Wasser ist die Gasspannungskurve nur abhängig vom Absorptionskoeffizienten der Kohlensäure und dieser wiederum von der Temperatur. Andere Verhältnisse herrschen bei den natürlichen Heilquellen. Sie enthalten Bikarbonate, welche, ähnlich wie im menschlichen Blut, die Gasspannungskurve wesentlich umgestalten.

Für das Maß der Kreislaufbeeinflussung in CO₂-Trockenbädern gilt wie für Wasserbäder, daß die Höhe des CO₂-Partialdruckes in jedem Fall entscheidend ist. (KRAMER u. SARRE).

In beiden Bäderformen sind als wichtigste Kohlensäurewirkungen festzustellen:

1. die periphere Gefäßerweiterung
2. die Reaktion der Thermorezeptoren.

Während man über den Mechanismus der CO₂-Wirkung an den Thermorezeptoren und bezüglich der Gefäßerweiterung bis jetzt noch nichts Näheres sagen kann, ist die Tatsache, daß sich im CO₂-haltigen Bad die Behaglichkeitstemperatur zu niedrigeren Werten verschiebt, schon lange bekannt. So wird ein Bademilieu bereits als warm empfunden, welches normalerweise "noch kalt" ist. BOMAN, HENSEL u. WITT untersuchten die Wirkung verschiedener, äußerlich dargebotener Kohlensäure-Konzentrationen auf die afferenten Impulse aus den Kälterezeptoren der Katzensnauze und fanden eine deutliche konzentrationsabhängige Frequenzminderung der stationären Dauerentladung bei allen untersuchten Temperaturen zwischen 15 und 40 °C. Bei hohen CO₂-Konzentrationen wurde die stationäre Entladung meist völlig gehemmt. Durch Einwirkung der Kohlensäure auf die Haut wird also die Empfindlichkeit der Kaltrezeptoren herabgesetzt.

In Gasbädern ist die subjektive Indifferenzzone breiter als in CO₂-Wasserbädern und liegt zwischen 21 und 29 °C (WITZLEB). Nun weist nach KRAMER die CO₂-Diffusion starke individuelle Unterschiede auf. So zeitigen Kohlensäurekonzentrationen beim einen bereits deutliche Auswirkungen, während sie beim andern noch keine Veränderungen machen. Auf diese Tatsache kann nicht deutlich genug hingewiesen werden. Denn so ließen sich zum Teil die in der Literatur recht uneinheitlichen Angaben über Änderungen bestimmter Kreislaufgrößen in gleichen Bäderarten erklären. Die sicher oft willkürliche Festsetzung des Indifferenzpunktes durch den Untersuchenden muß ja nicht immer dem subjektiv empfundenen entsprechen. Letzterer ist aber für die Größe der kreislaufregulatorischen Umstellung sicher ausschlaggebend.

Immerhin laufen die verschiedenen Reaktionen in CO₂-Gasbädern zumindest richtungsmäßig gleichartig wie in CO₂-Wasserbädern. So scheint der Blutdruck nach neueren Untersuchungen keine wesentlichen Veränderungen zu zeigen (DIRNAGL u. KAMM; GROEDEL u. WACHTER; SCHULZ u. AMELUNG).

Das Herzminutenvolumen zeigt nur unwesentliche Abweichungen (SCHULZ u. AMELUNG; KROETZ u. WACHTER)

Über das Verhalten der Pulsfrequenz liegen einander widersprechende Angaben vor. SCHULZ u. AMELUNG fanden leichte Steigerungen, REICHEL u. PALME Abnahmen. PARADE stellt mit Recht fest, daß nicht alles, was als Wirkung eines Gasbades festgestellt wird, dem Einfluß der Kohlensäure zugebilligt werden darf, wenn in diesem Bad gleichzeitig eine starke künstliche Erwärmung stattfindet. Und sicher muß man bei künftigen Untersuchungen den Einfluß der Temperatur im Bad auf die Körpertemperatur noch mehr beachten (JUNGMANN). Außerdem ist vielleicht die CO_2 -Diffusion von der jeweiligen Durchblutungsgröße der Haut abhängig, woraus wieder die besondere Bedeutung der Temperatur für die Wirkung eines Bades erhellt (HEDIGER; KRAMER u. SARRE).

VORVERSUCHE

Durch eine Reihe von Vorversuchen sollte geklärt werden, welche Voraussetzungen nötig sind, um bei den beiden Arten durchzuführender Versuche (Luft- und CO₂-Sprühbädern) gleiche äußere Bedingungen herzustellen. Von Bedeutung war, daß das aus dem einzelnen Zerstäuber austretende Luft-Wassergemisch möglichst die gleiche Temperatur aufwies, wie das Kohlensäure-Wassergemisch. Dabei mußte die physikalische Besonderheit der aus der Kohlensäureflasche austretenden CO₂ berücksichtigt werden, die durch den großen Wärmeverbrauch bei ihrer Expansion zu einem Einfrieren des Flaschenventils geführt hätte. Eine Erwärmung der austretenden CO₂ war also unbedingt erforderlich. Sie geschah durch einen dem Ventil vorgeschalteten elektrischen Erhitzer und durch Umwicklung des Ventils mit einer Heizbandage. Ließ man das Gas auf dem Weg in das die Düsenzerstäuber versorgende Schlauchsystem außerdem noch durch eine Kupferspirale fließen, die in 60 °C -warmem Wasser lag, so erwies sich die Temperatur des CO₂-Wassergemisches unmittelbar am Düsenaustritt gleich der des Luft-Wassergemisches. Diese Versuche wurden im geschlossenen Sprühbad unter normalen Versuchsbedingungen, aber ohne Versuchspersonen durchgeführt.

Von Wichtigkeit war die Frage, bei welcher Temperatur die Sprühbäder stattfinden sollten. DIRNAGL, FICK u. SCHNEIDER fanden als Indifferenztemperatur während der Besprühung mit Luft-Wassergemisch 34,0 °C. Dieser Wert konnte von mir bestätigt werden, d. h. die Teilnehmer der Gruppe der kreislaufgesunden Jugendlichen empfanden bei mehreren Besprühungen im Temperaturbereich um 34,0 °C die genannte Temperatur als thermisch indifferent. Was die Indifferenztemperatur im Sprühbad mit CO₂-Betrieb betrifft, so hätte man nach den Erfahrungen im Kohlensäurewasser- und Gasbad annehmen sollen, daß eine spezifische Wirkung der CO₂ auf die Thermorezeptoren der Haut nachzuweisen wäre. Bekanntlich liegt ja die Temperatur thermoindifferent empfundener Süßwasserbäder zwischen 32 und 34 °C, diejenige in CO₂-Trockenbädern zwischen 21 und 29 °C. Im Sprühbad war dieser Effekt nicht sehr deutlich, aber immerhin merklich. Es zeigte sich, daß im allgemeinen eine Temperatur von ca. 33,0 °C als thermoindifferent empfunden wurde. Für die folgenden Hauptversuche galt also, daß für Luftsprühbäder stets die Temperatur von 34,0 °C, für CO₂-Sprühbäder die Temperatur von 33,0 °C verbindlich war.

VERSUCHSPERSONENAUSWAHL

Da die Untersuchungen zum Ziel hatten, die kreislaufmäßige Beeinflussung bei zwei verschiedenen Personengruppen zu erforschen, und zwar kreislaufgesunden und kreislaufgeschädigten Menschen, wurden 5 gesunde jugendliche und 4 ältere Probanden mit dem Krankheitsbild der "essentiellen Hypertonie" ausgewählt, wobei letztere ein Mindestalter von 50 Jahren haben sollten.

Die Gruppe der Jugendlichen setzte sich aus 3 Damen und zwei Herren zusammen, deren Alter zwischen 25 und 28 Jahren lag und die hinsichtlich Gewicht und Körpergröße dem Normaltyp entsprachen.

Die Gruppe der Hypertoniker hatte ein Durchschnittsalter von 64 Jahren; sie bestand aus 3 Herren und einer Dame. Mit einer Ausnahme hatten die Probanden dieser Gruppe ausgesprochenes Übergewicht. Relativ am größten war es bei der VP R.G., welche bei einer Körpergröße von 173 cm ein Gewicht von 101 kg hatte.

Außer bei diesen genannten Personengruppen wurde das Kreislaufverhalten in den beiden durchzuführenden Bäderarten noch an einer 73-jährigen, herz- und kreislaufmäßig völlig gesunden Versuchsperson studiert, um so etwaige Unterschiede zwischen dem Typ des gesunden alten und geschädigten alten Gefäßsystems aufzudecken.

Es sei nicht verschwiegen, daß sich die Gewinnung geeigneter VPP als recht schwierig erwies. Auch mußte mancher unter schwierigen Verhältnissen gewonnene Proband schließlich von weiteren Versuchen ausgeschlossen werden, da eine mangelhafte Pulskurvenaufzeichnung aus dem oder jenen Grunde sich mit der Forderung nach einer exakten Auswertung nicht hätte vereinbaren lassen.

APPARATUR

Die Versuche wurden in einem Raum des Balneologischen Instituts bei der Universität München durchgeführt. Die Besprühungen erfolgten in einem Sprühbad, dessen Aufbau im wesentlichen dem in Bad Wiessee verwendeten Typ entsprach.

Das "Sprühbad" ist eine kubische, über einem Abfluß stehende Kabine von 1 m^3 Rauminhalt, deren Stahlrohrgerüst mit wasserdichten Plastikstoffen verkleidet ist und an deren Innenwänden 18 druckluftgespeiste Düsenzerstäuber für die Versprühung des Wassers sorgen. Die Düsenzerstäuber sind so verteilt, daß ihre Sprühkegel gleichmäßig die gesamte Hautoberfläche bestreichen. Das für die Besprühung notwendige Wasser stammt aus einem über dem Bad angebrachten Behälter, in dem Wasser auf einer beliebigen Temperatur konstant gehalten wird.

In der Behandlungskabine steht ein Stuhl, dessen Sitz und Rückenlehne aus einem besonders weitmaschigen Plastikgeflecht bestehen, um so die Haut möglichst lückenlos mit dem versprühten Wasser in Kontakt bringen zu können. An der Rückenlehne des Stuhls ist, ähnlich wie beim zahnärztlichen Behandlungsstuhl, eine verstellbare Kopfstütze angebracht.

Die Erwärmung des Sprühbadinnenraums geschieht mittels einer am Boden des Bades angebrachten Rohrheizung und, um den am Beginn der Sprühbehandlung sehr hohen Wärmebedarf zu genügen, mit Heizdampf. Dieser kann über ein zusätzliches Rohrsystem sehr schnell geliefert werden. Ein Thermostat stand nicht zur Verfügung, so daß die Aufrechterhaltung eines während des ganzen Sprühvorganges im Behaglichkeitsbereich zu haltenden thermischen Milieus anfangs nicht unerhebliche Schwierigkeiten machte. Eine feinere Regulierung der Sprühraumtemperatur war aber durch

die Variabilität der Sprühwassertemperatur gegeben.

Die genaue Kontrolle der Sprühbadinnentemperatur geschah mittels eines SIEMENS-Mehrfarbenschreibers, an den 6 Thermofühler angeschlossen waren. Vier Fühler maßen die Temperatur an vier verschiedenen Stellen im Sprühbad: Zwei hingen im eigentlichen Sprühraum, zwei beiderseits in den "Vorsprühräumen". Die beiden Vorsprühräume entstehen dadurch, daß bis zum Beginn der 10-minütigen Besprühung vor die Düsenzerstäuber Plastikvorhänge zugezogen sind. So erhält man auf beiden Seiten des Probanden zwei vor Versuchsbeginn geschlossene schmale Sprühräume.

Da die Bestimmung verschiedener Kreislaufgrößen sphygmographisch erfolgte, war eine möglichst amplitudengetreue Aufzeichnung des zentralen wie des peripheren Arterienpulses notwendig. Zur Pulsabnahme wurden Pulsabnehmer nach BOUCKE-BRECHT verwendet. Diese waren durch flexible Gummikabel mit einem Registriergerät (Cardirex der Fa. SIEMENS-REINIGER) zur fortlaufenden Registrierung der Pulscurven verbunden. Gleichzeitig entwarf ein parallel geschalteter Oszillograph fortlaufend ein Bild der abgenommenen Pulse. Der Pulsabnehmer zur Ermittlung des zentralen Pulses der A. carotis communis war mit gepolsterten Bandagegurten am Hals zu befestigen. Der Pulsabnehmer zur Abnahme des peripheren Pulses an der A. femoralis war an ein Spezialstativ angeschraubt, welches Verfahren sich an dieser Körperstelle mehr als die Verwendung von Gurten empfahl, da die Beine zwecks einwandfreier Registrierung des Pulses in nahezu ausgestrecktem Zustand außerhalb des Sprührums auf einem Schemel ruhten.

Die Blutdruckmessung nach RIVA-ROCCI war aus technischen Gründen nicht mit einem gewöhnlichen Stehoskop durchführbar. Dieses war durch ein an einen Gitarrenverstärker angeschlossenes wasserdichtes Mikrofon ersetzt und die Auskultation des Cubitalis-Pulses erfolgte durch Kopfhörer. Durch Verwendung eines Verstärkers hatte man die Möglichkeit, trotz der während des Versuches vorhandenen Sprühgeräusche die Blutdruckwerte einwandfrei zu ermitteln.

VERSUCHSANORDNUNG

Die Probanden saßen während des Versuchs in entspannter Haltung im Sprühbadstuhl, den Kopf an der Kopfstütze, die Beine in nahezu ausgestrecktem Zustand auf dem Fußschemel.

Ani rechten Oberarm lag die Blutdruckmanschette, in der rechten Ellenbeuge war das Mikrofon zur Auskultation des Pulses der A. cubitalis mittels eines Gummigurtes befestigt. Der Pulsabnehmer zur Registrierung des Pulses der linken A. carotis communis war am Hals mittels gepolsterten Bandagegurten befestigt, während der Pulsabnehmer zur Abnahme des Femoralispulses - an ein verstellbares Spezialstativ beweglich angeschraubt - in der linken Leistenbuege lag.

Die an das SIEMENS-Temperaturregistriergerät angeschlossenen Thermofühler hingen im Sprühraum an den geschilderten Stellen.

Für die beiden Arten durchzuführender Versuche, Besprühungen mit einem Gemisch aus Wasser und Luft, bzw. Flaschenkohlensäure, waren unterschiedliche Versuchsanordnungen notwendig: Beim Betrieb mit Druckluft konnte das die Düsenzerstäuber mit Druckluft versorgende Schlauchsystem direkt an die Zuleitung angeschlossen werden, wogegen beim Betrieb mit CO_2 die - wie geschildert - physikalische Besonderheit des komprimierten, aus der Flasche entweichenden Gases beachtet werden. Das Einfrieren des Flaschenventils und anschließenden Schlauchsystems wurde durch einen Erhitzer, eine Heizbandage und Einbringung des CO_2 -führenden Schlauchsystems in warmes Wasser verhindert.

Beim Betrieb mit Kohlensäure wurde zusätzlich eine Luftabsaugvorrichtung eingeschaltet, welche vom Unterrand des Bades eventuell austretende CO_2 entfernen sollte. Denn während über die Haut resorbierte Kohlensäure den peripheren Widerstand senkt, zumindest aber beeinflusst läßt, führt ein Ansteigen des CO_2 -Partialdruckes in der Einatemungsluft zu einer Reizung des Vasokonstriktorenzentrums und durch die allgemeine Gefäßverengung zum Anstieg des arteriellen Blutdrucks.

Während aller Versuche wurde die Raumtemperatur auf $28,0^\circ\text{C}$ konstant gehalten. Auch die Luftfeuchtigkeit war bei allen Versuchen die gleiche.

Der Behälter mit dem für die Besprühung notwendigen Wasser war oberhalb des Bades angebracht. Er faßte etwa das Dreifache der für einen Versuch erforderlichen Menge.

Für die Versuche unter CO_2 -Wasser-Besprühung galt, daß pro VP und Sprühbad 2,5 kg Flaschenkohlensäure verbraucht wurden.

VERSUCHSVERLAUF

Bereits eine halbe Stunde vor Versuchsbeginn kam die Versuchsperson in den Versuchsraum und nahm, mit einem Bikini bzw. einer Badehose bekleidet, auf dem im Sprühbad stehenden Stuhl Platz. So sollte eine Entspannung und Angleichung an das Temperatur- und Feuchtigkeitsmilieu im Raum erreicht werden. Es wurde darauf geachtet, daß der gleiche Proband stets zur gleichen Tageszeit, aber nicht in ununterbrochener Reihenfolge zu den Versuchen erschien. Tagesrhythmische Schwankungen sollten so einen möglichst geringen Einfluß auf die Ergebnisse haben (HILDEBRANDT u. ENGELBERTZ).

Nach der 30-minütigen Ruhepause wurde die VP in der oben beschriebenen Weise zum Versuch vorbereitet. Dann folgten in ca. 2-minütigen Abständen kontrollierende Blutdruckmessungen. Zeigten die gemessenen Werte untereinander keine signifikanten Abweichungen mehr, so wurde in Abständen von 2 Minuten der Blutdruck gemessen. Bei den 3 Blutdruckmessungen war jeweils der Cardirex zur fortlaufenden Pulscurvenregistrierung eingeschaltet. Die so gewonnenen Werte und Kurven dienten der Auswertung für die Zeit unmittelbar vor Sprühbadbeginn.

Gleich im Anschluß an die letzte Registrierung vor Badebeginn wurde die Sprühbadheizung eingeschaltet, das Sprühbad fest verschlossen und hierbei besonders

auf eine einwandfreie Abdichtung des Halses gegen den Kopf hin geachtet. Die unerwünschte Kreislaufbeeinflussung durch eingeatmete Kohlensäure sollte dadurch verhindert werden. Nun wurden die Hähne für Sprühwasser und Druckluft bzw. Kohlensäure aufgedreht, die vor die Zerstäuber vorgezogenen Vorhänge blieben aber noch geschlossen. Sie wurden erst dann aufgezogen, wenn die Temperatur in den beiden Vorsprühräumen noch gerade unter der im Bad erstrebten Indifferenztemperatur lag. War das der Fall, so wurde die Sprühbadheizung ausgeschaltet, die lediglich zum Anwärmen des Behandlungskastens gedient hatte. Kurz vor dem Öffnen der Plastikvorhänge war das Einleiten von Sprühdampf ins Bad notwendig, um den initialen hohen Wärmeverbrauch sicherzustellen. 1 Minute nach dem Aufziehen der Vorhänge, also dem Augenblick, da der Körper der VP zum ersten Mal besprüht wurde, folgte die erste Blutdruckmessung mit gleichzeitiger Pulskurvenaufschreibung. In der Regel hatte sich die Indifferenztemperatur etwa eine halbe Minute nach Badebeginn einreguliert und blieb bis zum Sprühbadende konstant. Erforderliche feine Änderungen geschahen durch Nachregulierung der Sprühwassertemperatur, welche auf $36,0 - 36,5^{\circ}\text{C}$ einreguliert - sehr schnell zu verändern war.

Das Sprühbad dauerte in jedem Fall 10 Minuten. Die zur Bestimmung wichtiger Kreislaufgrößen notwendigen Messungen wurden in der 1., 3., 5., 7. und 10. Minute durchgeführt. Nach dem Ende des Sprühvorganges blieb der Proband noch 5 Minuten in unveränderter Haltung sitzen, denn es erfolgten - bei geschlossenem Bad - zwei letzte Messungen zur Beurteilung des Kreislaufverhaltens nach erfolgter Besprühung.

Hiermit war der eigentliche Versuch beendet. Das Sprühbad wurde geöffnet, Pulsabnehmer, Blutdruckmanschette etc. wurden abgenommen und folgende Strecken am Körper gemessen: Abnahmepunkt der A. carotis bis Oberrand manubrium sterni; von dort bis zum Nabel; vom Nabel bis Abnahmepunkt des Femoralispulses. Für die Berechnung der Laufstrecken des Arterienpulses waren diese Strecken von Bedeutung.

AUSWERTUNG

Als Verfahren der Bestimmung der erforderlichen Kreislaufgrößen diente die Methode nach. BROEMSER-RANKE.

BROEMSER und RANKE leiten ihre Methode aus der Theorie des unendlich langen Schlauches ab, indem sie eine konstante Abstromgeschwindigkeit über die Kapillaren annehmen. Die Volumenelastizität als Bestimmungsgröße, wie sie bei der Berechnung nach WEZLER-BÖGER wesentlich ist, entfällt hierbei. Das Schlagvolumen erhalten BROEMSER und RANKE aus dem Speichervolumen, das in der Diastole abfließt, indem sie das Speichervolumen mit $1 + S/D$ multiplizieren. Sie ziehen also die Systolendauer, die Diastolendauer und die Dauer der Herzperiode mit zur Berechnung heran.

$$\text{Schlagvolumen (V}_s\text{/cm}^3\text{)} = 0,48 \cdot \frac{Q \cdot T \cdot S (p_s - p_d)}{D \cdot \rho \cdot c};$$

$$\text{Minutenvolumen (V}_m\text{)} = \frac{V_s \cdot f}{1000};$$

$$\text{Elast. Gesamtwiderstand (E')} = \frac{2 \cdot \rho \cdot c}{Q \cdot S};$$

$$\text{Peripherer Gesamtwiderstand (W)} = \frac{2 \cdot p_d \cdot E' \cdot D}{p_s - p_d};$$

Hierbei bedeuten:

Blutdruck	p dyn/cm ²
Systolischer Blutdruck	p _s dyn/cm ²
Diastolischer Blutdruck	p _d dyn/cm ²
Pulsfrequenz	f Herzaktionen/min.
Massendichte des Blutes	ρ g/cm ³
Aortenquerschnitt	Q cm ²
Pulswellengeschwindigkeit	c cm/sec.
Systolendauer	S sec
Diastolendauer	D sec
Dauer der Herzperiode	T sec.

Die praktische Anwendung am Menschen erfordert:

1. Die gleichzeitige Registrierung des zentralen und peripheren Arterienpulses
2. Die Messung der Blutdruckamplitude
3. Die Bestimmung des Aortenquerschnittes (verwendet wurde die Tabelle nach SUTER)
4. Die Bestimmung der Systolendauer
5. Die Bestimmung der Diastolendauer
6. Die Dauer der Herzperiode.

Zu 1.: Bei der gleichzeitigen Registrierung der Pulse der herznahen A. carotis communis und der herzfernen A. femoralis gilt es, die Zeitverspätung zu bestimmen, welche sich aus der Differenz der zurückgelegten Wegstrecken ergibt. Zur Bestimmung der Zeitverspätung wurde nicht die Messung von Fußpunkt zu Fußpunkt der Pulscurve gewählt, sondern entsprechend einem Vorschlag von FRANK ein neuer Punkt graphisch ermittelt. FRANK wählte den Punkt 1/5 der Pulscurvenhöhe. Die Strecke der Zeitverspätung wird entsprechend der Papiergeschwindigkeit in Sekunden ausgemessen. Diese Methode nach dem FRANK'schen Vorschlag ist nach allgemeiner Erfahrung genauer als die Benutzung der direkten Fußpunkte (NEUMANN-BOEDER). Würden letztere benutzt, so lägen die gemessenen Pulswellengeschwindigkeiten stets höher. Übrigens wurden zur Ermittlung der Kreislaufwerte an einem Meßpunkt stets 5 aufeinanderfolgende Pulscurven ausgemessen, d. h., es war z. B.

für den Meßpunkt der 5. Sprühbadminute bezüglich der zu errechnenden Kreislaufgrößen das Mittel dieser 5 Pulskurven ausschlaggebend.

Welche Strecken zur Ermittlung der Wegstrecke der Pulswelle an der jeweiligen VP gemessen wurden, ist oben bereits geschildert. Folgendes ist aber noch zu bemerken: Die Abnahmestelle des Carotis-Pulses liegt an einer Stelle, zu der hin die Pulswelle in entgegengesetzter Richtung läuft, als jene, die sich zur genauen Bestimmung der Laufzeit empfiehlt. Gemeint ist der Femoralis-Abnahmepunkt in der Leistenbeuge. Zur Berechnung muß die Strecke zwischen Carotisabnahmepunkt und fossa iugularis von derjenigen zwischen fossa iugularis und Femoralis-Abnahmepunkt abgezogen werden.

Zu 2.: Die Blutdruckamplitude wurde nach der heute allgemein üblichen subjektiv auskultatorischen Methode nach KOROTKOW: $p = p_s - p_d$ (dyn/cm²) gemessen.

Zu 3.: Der wirksame Querschnitt des Windkessels ist durch den Querschnitt der Aorta ascendens gegeben (WEZLER-BÖGER). Zur Auswertung fand die Tabelle nach SUTER Verwendung, in welcher der Altersgradient berücksichtigt ist.

Zu 4.: Die Systolendauer wurde vom Anstieg der Pulskurve bis zu ihrem oberen Wendepunkt mit dem steilen Abfall angenommen (NEUMANN-BOEDER).

Zu 5.: Die Bestimmung der Diastolendauer erfolgte durch Messung der Strecke vom oberen Wendepunkt der Kurve mit dem steilen Abfall bis zum nächsten Fußpunkt.

Zu 6.: Die Dauer der Herzperiode ergab sich aus der Summe von Systolen- und Diastolendauer.

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Im folgenden Teil werden Mittel- und Einzelwerte aller gemessenen und errechneten Kreislaufgrößen der untersuchten VPP beschrieben. Besonders herausgestellt sind dabei der sog. Ausgangswert und der letzte Wert unmittelbar vor Ende der Besprühung. Der Ausgangswert ist der Mittelwert der Kreislaufgrößen vor Beginn des Bades. Der Endwert ist der letzte Wert vor Ende des Bades; er wurde stets am Ende der 10. Minute des Sprühbades bestimmt. Im Vordergrund steht also die Frage: "Wie verändern sich die Kreislaufgrößen bis zum Ende des Sprühbades."

Da auch nach Ende jeder Besprühung noch zwei Messungen durchgeführt wurden, um eine Kontrolle über etwaige auffällige Nachwirkungen durch das Bad zu haben, sollen die Mittelwerte dieser Kreislaufwerte dann beschrieben werden, wenn merkliche Änderungen vorliegen.

- 1) Mittelwerte über sämtliche Bäder beider Arten bei der Versuchsgruppe A = 5 herz-kreislaufgesunde jugendliche VPP im Alter von 25 - 28 Jahren. 10 Luft- und CO₂-Sprühbäder. (Kurvenblätter I - III).

Im Luftsprühbad zeigt der Endwert der Kreislaufgrößen keine auffallenden Ergebnisse. Systolischer und diastolischer Blutdruckwert bleiben mit Mittelwerten der relativen Änderung von -0,8 und 0,9% praktisch unbeeinflusst. Die Blutdruckamplitude wird um 4,4 % kleiner. Schlag- und Minutenvolumen vermindern sich um 4,8 und 5,1 %, die Änderung der Pulswellengeschwindigkeit beträgt nur -0,3 %, die der Pulsfrequenz nur -0,7 %. Der elastische Widerstand (E') nimmt um 2,9 %, der periphere Widerstand (W) um 5,0 % ab. In der fünfminütigen Ruheperiode nach Ende der Besprühung bleiben die Werte im großen und ganzen unverändert.

Die Beeinflussung des Kreislaufs im Kohlensäuresprühbad ergibt bezüglich des Blutdrucks eine Verminderung um -2,2 % beim systolischen, um 2,4 % beim diastolischen Wert. Dies führt zu einer Verkleinerung der Amplitude um 1,5 %. Das Minutenvolumen ist um 8,2 % kleiner als der Ausgangswert, der Endwert der Pulsfrequenz entspricht mit einem Rückgang der Herzschlagzahl um 2 pro Minute einer Änderung von -2,8 %. Unbeeinflusst durch das Bad bleibt die Pulswellengeschwindigkeit (+0,1 %). Die Endwerte für E' und W sind +3,9 und +4,8 %. Die Mittelwerte der Ruheperiode nach Ende der Bäder bleiben entweder unverändert oder zeigen die Tendenz, sich wieder in Richtung auf den Ausgangswert hin zu entwickeln.

Mittelwerte für die einzelnen VPP

VP A. (Tabellen I, Ia). 2 Luft-, 2 CO₂-Sprühbäder.

Mit Ausnahme von p_d (+5,1 %) und f (+3,9 %) sind alle übrigen Größen am Ende der Bäder niedriger. Mit Sinken von p_s (-3,4 %) und Ansteigen von p_d (+5,1 %) ergibt sich eine Amplitudenabnahme von 16,2 % im Luftsprühbad. V_s und V_m neh-

men um 9,8 bzw. 6,6 % ab. Die Pulswellengeschwindigkeit c zeigt mit -1,4 % keine Änderung. $E' = -14,4$ %. $W = -3,1$ %.

Größere Änderungen von V_m und V_s erhält man im CO₂-Sprühbad mit -20,0 bzw. -22,7 %. Auffallend ist die Abnahme von f mit -7,1 %, die geringe Beeinflussung von E' (+0,3 %) und c (-1,5 %). W erhöht sich: +12,4 %.

VP B. (Tabellen II, IIa). 2 Luft-, 2 CO₂-Sprb.

Am Ende des Luftsprühbades ist p_s um 0,8 % erhöht. Eine stärkere Zunahme von p_d (+5,6 %) läßt die Amplitude um 3,5 % kleiner werden. Alle anderen Endwerte sind etwas höher als die Ausgangswerte; dabei weist V_m mit +4,0 % die stärkste Zunahme auf.

Systolischer und diastolischer Blutdruckwert im CO₂-Sprühbad zeigen Abnahmen. (-3,0 %; -4,5 %). Die Amplitude bleibt dementsprechend fast unverändert (-0,4 %). +3,5 % ist die Pulsfrequenzzunahme. Das Minutenvolumen ist am Ende der Besprühung um 7,9 % geringer, der periphere Widerstand zeigt eine leichte Zunahme mit 3,0 %, während der elastische Widerstand mit +9,4 % verändert ist. Kaum beeinflusst bleibt c mit +2,4 %.

VP C. (Tabellen III, IIIa). 2 Luft-, 2 CO₂-Sprb.

Das Luftsprühbad zeigt kaum eine Beeinflussung des Kreislaufs. Am stärksten ist sie noch bei V_m (-5,0 %).

Stärker sind die Ausgangswert-Endwert-Unterschiede in der CO₂-Atmosphäre. Durch Verkleinerung von p_s (-2,5 %) und Vergrößerung von p_d (+0,7 %) reduziert sich die Blutdruckamplitude um 3 mm Hg = 9,2 %. In die Augen fällt die Pulsfrequenzzunahme mit 9,6 %. Wieder kaum beeinflusst bleibt c (+2,5 %), während E' und W um 6,7 und 12,4 % zunehmen.

VP D. (Tabellen IV, IVa). 2 Luft-, 2 CO₂-Sprb.

Im Luftsprühbad vermindert sich die Blutdruckamplitude entsprechend einer Zunahme von p_d um 1,0 % und einer Abnahme von p_s (3,5 %). V_m wird um 14,4 % kleiner, der periphere Widerstand größer (9,2 %). f , c , und E' ändern sich wenig (-0,3 %; -1,8 %; +1,4 %).

Im Kohlensäuresprühbad sinken p_s mit 2,3 % und p_d mit 3,8 %. Keinerlei Unterschiede gegenüber Ausgangswert zeigen die Blutdruckamplitude und V_s (+0 %). Dagegen wird f um 7,7 % kleiner, V_m erniedrigt sich um 9,2 %. Wiederum unbeeinflusst bleibt c mit +0,9 %. E' : -3,0 %. W : -4,0 %.

VP E. (Tabellen V, Va). 2 Luft-, 2 CO₂-Sprb.

Auffallend ist die Abnahme von $W = -25,7$ % im Luftsprühbad. E' ist dabei nur um 4,8 % erniedrigt. Wieder kaum verändert zeigt sich c mit -1,5 %, nicht verändert ist f mit -0,3 %. Das Minutenvolumen ist um 4,2 % kleiner geworden.

Die Amplitudenzunahme um 14,4 % ist bedingt durch eine Zunahme von p_s um 1,9 % und eine Abnahme von p_d um 1,8 %.

Weniger stark sind die Änderungen im CO₂-Sprühbad. Dort nimmt p_s um 2,0 % ab. Keine Frequenzänderung (-0,3 %), geringe Beeinflussung von c (-2,8 %). V_m steigt um 2,7 %. E' : +4,7 %. W : -5,4 %.

- 2) Mittelwerte über sämtliche Bäder beider Arten bei der Versuchsgruppe B = 4 Patienten mit dem Krankheitsbild der "essentiellen Hypertonie" im Alter zwischen 52 und 73 Jahren. 8 Luft- und 8 CO₂-Sprühbäder. (Kurvenblätter IV - VI).

Im Luftsprühbad zeigt der Endwert der Kreislaufgrößen keine besonders auffallenden Besonderheiten. Prozentual am hervorstechendsten ist die Änderung des Schlagvolumens mit -11,2, während sich für V_m ein Endwert von -7,2 ergibt. p_s sinkt: -3,3 %. p_d sinkt: -0,9 %. Die Blutdruckamplitude nimmt um 7,7 % ab. Die folgenden Größen sind wenig angestiegen: f (+1,1 %), c (+3,1 %), E' (3,0 %), W (2,0 %).

Im CO₂-Sprühbad zeigen W mit +16,2 % und V_m mit -16,4 % die auffallendsten Abweichungen. Relativ bemerkenswert die Abnahme des systolischen Drucks um 4,9 %, das Konstantbleiben des diastolischen Druckes (-0,3 %). Die Pulsfrequenz sinkt etwas: -2,2 %. Erneut unbeeinflusst bleibt c (-1,1 %). Keine Änderung des elastischen Widerstandes: -0,6 %.

Mittelwerte für die einzelnen VPP

VP F. (Tabellen VI, VIa). 2 Luft-, 2 CO₂-Sprb.

Die Beeinflussung des Kreislaufs im Luftsprühbad ist geringfügig. Am stärksten verändert ist noch die Pulsfrequenz. Sie steigt im Laufe der Besprühung um 3 1/2 Herzaktionen pro Minute = 5,4 %.

Wesentlich auffallendere Abweichungen vom Ausgangswert sind unter der Kohlensäurebesprühung feststellbar. Es fällt besonders die Verminderung von V_s um -25,1 % und die Zunahme von W mit 18,3 % auf. Immerhin ist auch hier keine Beeinflussung von c (-1,6 %) festzustellen. p_s = -4,7 %; p_d = -2,9 %; $p_s - p_d$ = -14,0 %. Die Pulsfrequenz steigt an: +2,8 %.

VP G. (Tabellen VII, VIIa). 2 Luft-, 2 CO₂-Sprb.

Im Luftsprühbad nimmt der periphere Widerstand stark ab: -17,6 %, weniger E' : -4,5 %. Die Pulswellengeschwindigkeit zeigt eine Veränderung von -4,7 %, die von f von +2,3 %. V_m nimmt um 12,3 % zu. Die Blutdruckwerte zeigen folgende Abweichungen: p_s = -0,7 %, p_d = -2,5 %.

Im Kohlensäuresprühbad hat der systolische Wert am Ende einen um 7,0 % niedrigeren Wert erreicht, der diastolische ist um 2,0 % gesunken. Für die Ampli-

tude bedeutet dies eine Reduktion um 18,2 %. V_{m} : -22,2 %. W : 28,4 %. Die übrigen Werte verhalten sich wie folgt: f : -0,7 %; c : -3,1 %; E' : +3,5 %.

VF H. (Tabellen VIII, VIIIa). 2 Luft-, 2 CO₂-Spr.

Im Luftsprühbad ist W mit +9,7 % am ausgeprägtesten verändert. Keinerlei Beeinflussung von V_{m} , wenig Änderung bei f (-1,7 %), c (+1,8 %), E' (-1,1 %). Der systolische Wert sinkt um -2,6 %, der diastolische erhöht sich mit +0,5 % kaum merklich.

Deutlich sind die Veränderungen am Ende des CO₂-Sprühbades bei W (-22,8 %) und V_{m} (-25,3 %). Die Pulsfrequenz ist um 4 Schläge pro Minute = 5,0 % gesunken, c mit +3,4 % und E' mit +2,9 % verändert. Die Blutdruckwerte zeigen ein Absinken von p_s mit 4,3 % und p_d mit 0,4 %, woraus eine Amplitudenverkleinerung von -11,7 % resultiert.

VF I. (Tabellen IX, IXa). 2 Luft-, 2 CO₂-Spr.

Bei dieser VF werden von allen beschriebenen die gegenüber den Ausgangswerten bei weitem auffallendsten Endwerte registriert. So sind W mit -43,7 %, V_{m} mit -47,5 % verändert. Selbst die Pulswellengeschwindigkeit zeigt die größte Differenz aller VFF und nimmt um 16,4 % zu. Dagegen bleibt die Pulsfrequenz unbeeinflusst (-0,5 %). Entsprechend einem Absinken des systolischen Wertes um 8,8 % und des diastolischen um 0,8 % kommt es zu einer Amplitudenverkleinerung von 23,6 %. E' = -5,6 %. Entgegen diesen Werten im Luftsprühbad fallen die Differenzen im Kohlensäuresprühbad weniger deutlich aus. p_s = -1,1 %; p_d = +3,6 %; $p_s - p_d$ = -9,6 %. V_s = +5,5 %; V_{m} = +5,1 %. E' sinkt um -13,4 %. Der periphere Widerstand steigt um 3,3 %. c = -11,1 %. Geringer Frequenzzugang von -1,5 %.

- 3) Mittelwerte über sämtliche Fäden beider Arten bei einer 73-jährigen vollgesunden VF (Kurvenblätter VII, VIII, IX). 4 Luft-, 4 CO₂-Sprühbäder.

Die Endwerte differieren im Luftsprühbad bei W (-19,4 %) und V_{m} (-15,2 %) am deutlichsten. Pulsfrequenz: -1,8 %. Fast wieder unverändert (-2,2 %) sind Pulswellengeschwindigkeit und E' (-3,7 %). p_s : -5,9 %; p_d : -0,4 %; $p_s - p_d$ = -10,4 %. Das Minutenvolumen zeigt etwa die gleiche Abnahme wie V_s (-15,2 bzw. -14,2 %).

CO₂-Sprühbad: V_{m} zeigt mit -24,4 % die deutlichste Veränderung aller Größen. W = +11,4 %; f = -6,7 %. Die Amplitudenverkleinerung um 11,5 % resultiert aus der Abnahme des systolischen Druckes (-5,4 %) und des diastolischen Druckes (-1,3 %).

DISKUSSION

Die vergleichende Betrachtung aller ermittelten Kreislaufgrößen in Luft- und Kohlensäuresprühbädern bei gesunden jugendlichen Versuchspersonen einerseits und Hypertonikern andererseits läßt zwar gewisse Unterschiede erkennen, die aber nicht sehr deutlich sind.

1) DAS VERHALTEN DES JUGENDLICHEN KREISLAUFS IM LUFT- UND CO₂-SPRÜHBAD:

Betrachtet man die Mittelwerte der Kreislaufgrößen aus allen geschilderten Versuchen und schenkt dabei dem Ausgangs- und Endwert besondere Beachtung, so kann man sagen, daß in der Kohlensäureatmosphäre durchaus nicht jenes "typische" Kreislaufverhalten zustandekommt, wie man es postulieren müßte, wenn man in der reichhaltigen balneologischen Literatur über die spezifische Wirkung der CO₂ nachliest. Danach sollte folgendes zu erwarten sein: Ein Absinken zumindest des systolischen Blutdruckes im Verlauf des Bades, ein im Gegensatz zum kohlensäurefreien Bademilieu langsames Schlagen des Herzens und ferner ein durch die Anlähmung der Gefäßnerven bewirktes Absinken des peripheren Widerstandes. Diese spezifischen Wirkungen der Kohlensäure konnten wir in unserem Sprühbad nicht feststellen. An dieser Stelle sei noch einmal gesagt, daß das Sprühbad ein Mittelding zwischen Gas- und Wasserbad ist. Der Patient ist weder dem hydrostatischen Druck ausgesetzt, noch braucht er auf die Feuchtigkeit des Bademilieus zu verzichten, die nach Meinung einiger Autoren für die quantitative Aufnahme des Gases in den menschlichen Organismus von Bedeutung ist (COBET u. v. HAEBLER), während andere zu entgegengesetzten Ergebnissen kommen (ECKERVOGT). Da die Frage der Milieufeuchtigkeit in ihrer Auswirkung auf den Kreislauf im CO₂-Gasbad noch nicht entschieden ist, stellt das Sprühbad in jedem Fall eine Badeart dar, in welcher man eine Auswirkung der Kohlensäure auf die Kreislauffunktion unter weitgehend einwandfreien Bedingungen erwarten kann.

Vergleicht man die mittleren Endwerte der wichtigsten Kreislaufgrößen in beiden Badearten, so läßt sich zwar ein etwas stärkeres Absinken des mittleren arteriellen und des mittleren diastolischen Druckes in der Kohlensäureatmosphäre feststellen, aber es fehlt ein typisches Absinken der Pulsfrequenz. Der periphere Widerstand im CO₂-Sprühbad ist sogar leicht erhöht, während er im Luftsprühbad um etwa den gleichen Betrag gesunken ist. E' verhält sich gleichsinnig zu W. Die Minutenvolumina sind in beiden Badeformen kleiner geworden. Das Absinken von V_m im CO₂-Sprühbad ist etwas stärker als im Luftsprühbad und erklärt sich durch den Anstieg von W. Das, wenn auch weniger deutlich ausgeprägte, Absinken von V_m im Luftsprühbad ist der Veränderung von W direkt proportional und kann hierdurch nicht hervorgerufen sein. Eine Möglichkeit der Erklärung wäre das leichte Ansteigen des diastolischen Blutdruckes, welcher bei einer Steigerung des Minutenvolumens ent-

sprechend erhöht sein kann (BROEMSER).

HILLE, BAUM u. HERTLEIN konnten in jüngsten Versuchen im Kohlensäuregasbad, das mit Einschränkungen unserem Sprühbad entspricht, keine nennenswerten Veränderungen wichtiger Kreislaufgrößen feststellen. Es stellt sich die Frage, ob die Kohlensäure im Wasserbad indifferenten Temperatur unter strengeren Versuchsbedingungen, als früher üblich, kreislaufverändernd wirkt. Solche Versuche fehlen noch. Immerhin berichtete im vergangenen Jahr JUNGEMANN, daß er im indifferenten Süßwasservollbad keine Veränderungen des Herzzeitvolumens, der Pulswellengeschwindigkeit und der Pulsfrequenz feststellen konnte. Ältere Autoren fanden V_m im kohlensauren Solbad um 31 - 34 % erhöht, im indifferenten Süßwasservollbad um 20 - 24 % (KROETZ u. WACHTER). Da JUNGEMANN ohne Zweifel unter strengeren Versuchsbedingungen arbeitete, als ältere Autoren (s. w. o.), muß man seine Versuchsergebnisse als kompetenter hinstellen. Angaben über Steigerungen von Minutenvolumina im indifferenten Süßwasservollbad verlieren dadurch an Gewicht z. B. KROETZ u. WACHTER; BISCHOF u. PAETSCH; HERKEL.

Unsere Versuche zeigen, daß der Kreislauf während der Besprühung mit einem Luft-Wassergemisch nicht wesentlich anders reagiert, als im "spray" eines CO_2 -Wassergemisches.

Interessanter zu wissen ist es aber, wie ein in seiner Funktion gestörter Kreislauf, wie er beim Bluthochdruckkranken vorliegt, unter den gleichen Badebedingungen sich hinsichtlich seiner wichtigsten Kreislaufgrößen verhält.

2) DAS VERHALTEN DES KREISLAUFS BEIM BLUTHOCHKRANKEN IM LUFT- UND CO_2 -SPRÜHBAD:

Kurze Vorbemerkung zum Begriff "Hypertonie".

Von Hypertonie (Bluthochdruck) spricht man im allgemeinen, wenn die Blutdruckwerte systolisch über 160, diastolisch über 95 liegen. Von uns untersucht wurden nur solche Personen, die dem Formenkreis der sog. essentiellen oder primären Hypertonie angehören, einem Krankheitsbild, über dessen Ätiologie man sich insgesamt noch völlig im unklaren ist. Eine mögliche Ursache liegt in einer psychischen Überspannung vor allem bei denjenigen Charakterstrukturen, die ihre Aggressionsgefühle in sich hineinfressen und verdrängen, also unfähig sind, sie adäquat zu verarbeiten oder zu äußern (SEITZ). Eine Ursache - oder besser, eine der Ursachen der essentiellen Hypertonie - ist die Abnahme der Arterienelastizität durch Alterung. Die Elastizitätsabnahme beginnt in den mechanisch am meisten beanspruchten Arterien; die dadurch hervorgerufene Abschwächung der Windkesselfunktion führt zu einer Erhöhung des systolischen Druckes mit Vergrößerung der Blutdruckamplitude. Im Verlauf unterscheidet man das Stadium der transitorischen Hypertonie vom Stadium des stabilen Hochdrucks, welcher mit der Zeit weiterschreitet zum fixierten Hochdruck, dessen Hauptkennzeichen die fast vollkom-

mene Starre der Blutdruckwerte ist. Die von uns untersuchten Hypertoniker waren alle dem Stadium des stabilen Hochdrucks angehörig. In diesem Stadium sind Senkungen der Druckwerte noch durchaus möglich.

Bei dieser zweiten untersuchten Personengruppe zeigen die Mittelwerte der Kreislaufgrößen am Ende der Sprühbäder im großen und ganzen richtungsmäßig ein gleichartiges Verhalten.

Schon im Luftsprühbad läßt sich eine Senkung des systolischen und diastolischen Blutdruckwertes feststellen, wie sie auch im CO₂-Sprühbad vorhanden ist. Der systolische Wert sinkt im CO₂-Bad mit -4,9 % etwas mehr als im Luftsprühbad (-3,3 %), dagegen ist eine Veränderung der diastolischen Druckwerte nur gerade angedeutet. Auffallend ist das Ansteigen von W im CO₂-Bad mit +16,2 %, welcher Wert umgekehrt proportional dem Minutenvolumen mit -16,4 % ist. Der Grund für diesen Befund dürfte in der Art der Berechnung liegen (s. Formel!)

$$W = \frac{2 \cdot p_d \cdot E' \cdot D}{p_s - p_d} \quad (\text{dyn} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}).$$

Durch das Abnehmen von p_s und p_d erhält man einen Wert von -13,0 % für $p_s - p_d$. Bei einem Gleichbleiben des Zählers muß es durch die Verkleinerung des Nenners zu einer Vergrößerung von W kommen. Nun wird das Produkt des Zählers selbst noch größer: Grund ist die geringere Pulsfrequenz bei Badende (-2,2 %), welche sich in einer Vergrößerung von D (Diastolendauer) auswirkt - es ist eine Erfahrungstatsache, daß ein Frequenzrückgang fast immer eine Verlängerung der Diastole bewirkt. Der Anstieg von W ist bei allen 4 VPP vorhanden und nicht etwa durch einen extremen W-Anstieg bei nur einer VP bedingt.

Die Pulswellengeschwindigkeit, die ein Maß für die Dehnbarkeit des Windkessels darstellt, bleibt in beiden Badearten praktisch unbeeinflusst. Als Auswirkung der spezifischen Wirkung der Kohlensäure auf die Thermorezeptoren könnte man die leichte Frequenzabnahme im CO₂-Bad ansehen, während sie im Luftsprühbad geringfügig zunimmt.

Sieht man von der im CO₂-Sprühbad vorhandenen Erhöhung des peripheren Widerstandes ab, welche wohl durch die Art der Berechnung zustandekommen dürfte, so zeigen sich in beiden Badeformen keine auffallenden Unterschiede hinsichtlich der Beeinflussung der ermittelten Kreislaufgrößen.

Der Kreislauf des Bluthochdruckkranken wird also weder durch das Luft- noch durch das CO₂-Sprühbad anders beeinflusst als der Kreislauf des gesunden Jugendlichen.

3) DAS VERHALTEN DES KREISLAUFS EINER HERZ-KREISLAUFGESUNDEN 73-JÄHRIGEN VP IM LUFT- UND IM CO₂-SPRÜHBAD.

Die Mittelwerte aus je 4 Versuchen im Luft- und Kohlensäuresprühbad lassen wie bei der Gruppe der Hypertoniker ein leichtes Abnehmen beider Blutdruckwerte erkennen. Prozentual nahezu gleich ist die Abnahme von p_s . Die Verringerung des diastolischen Druckes im CO₂-Bad ist etwas größer als im Luftsprühbad, insgesamt aber unauffällig. Im CO₂-Sprühbad vermißt man ein Absinken des peripheren Widerstandes, dagegen würde die Pulsfrequenzabnahme von 6, 7 % zu der spezifischen CO₂-Wirkung passen. Eine größere Abnahme von V_m im CO₂-Bad kann durch den Anstieg von W und die Abnahme von f erklärt werden. Im Luftsprühbad ist W prozentual höher als W im CO₂-Sprühbad. Da hier bei einem gleichen Verhalten der Pulsfrequenz wie im Kohlensäuresprühbad ein stärkeres Abnehmen von V_m zu erwarten wäre, V_m aber nicht so sehr abnimmt wie im CO₂-Sprühbad, muß die Ursache in einer geringeren Pulsfrequenzabnahme liegen. Diese ist auch mit -1,8 % im Gegensatz zu -6,7 % weniger stark ausgeprägt.

Das Verhalten der Pulswellengeschwindigkeit in beiden Bäderarten ist gleichsinnig, die Dehnbarkeit des arteriellen Windkessels demzufolge unbeeinflusst.

Die vergleichende Betrachtung der Kreislaufgrößen läßt erkennen, daß die Abweichungen denen der Hypertoniker gleichen. Stärker ausgeprägt als bei jenen ist der mittlere Endwert der Pulsfrequenz im CO₂-Sprühbad; der Frequenzrückgang ist deutlicher.

4) ZUR FRAGE VON MÖGLICHEN WIRKUNGSUNTERSCHIEDEN IN DEN BEIDEN UNTERSUCHTEN BÄDERARTEN.

Nach den bisherigen Erfahrungen über regulatorische Kreislaufumstellungen in CO₂-Bädern wäre zu erwarten, daß auch im CO₂-Milieu des Sprühbades eine andere Kreislaufbeeinflussung zustandekommt, als dies im Luftsprühbad der Fall ist. Deutliche Veränderungen in dieser Richtung konnten von mir aber nicht nachgewiesen werden. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre die, daß es unter der Besprühung mit Kohlensäure-Wassergemisch zu keiner genügend hohen CO₂-Konzentration auf der Körperhaut kommt, der Partialdruck also für eine "kohlensäurespezifische" Kreislaufbeeinflussung zu niedrig sein könnte. Es bedarf sicher noch weiterer Untersuchungen, um diese Frage zu klären, zumal von mir Messungen der Kohlensäurekonzentration unter der Besprühung aus technischen Gründen nicht durchgeführt wurden.

Pro Versuch im CO₂-Sprühbad wurden 2,5 kg Flaschenkohlensäure verbraucht.

ZUSAMMENFASSUNG

Sinn der vorliegenden Arbeit war, festzustellen, welche kreislaufmäßigen Auswirkungen die Verabreichung von Luftsprühbädern und Kohlensäuresprühbädern auf den menschlichen Organismus zeigt.

Untersucht wurden 5 gesunde jugendliche VPP, 4 Patienten mit essentieller Hypertonie sowie eine herzkreislaufgesunde VP im Alter von 73 Jahren.

Für die Beurteilung der Kreislaufveränderungen wurden die gemessenen Blutdruckwerte und die mit der sphygmographischen Methode ermittelten Kreislaufgrößen herangezogen.

Messungen wurden durchgeführt vor dem Bad, während des Bades und nach dem Bad. Im Vordergrund sollte die Frage stehen, wie sich die Kreislaufgrößen bis zum Ende des Bades verändern.

Folgendes wurde festgestellt:

- 1) Die Beeinflussung des Kreislaufes im Laufe eines CO_2 -Sprühbades unterscheidet sich nur wenig von der im Luftsprühbad.
- 2) Gesunde jugendliche VPP reagieren kreislaufmäßig nicht anders als Patienten mit essentieller Hypertonie.
- 3) Eine charakteristische Kreislaufbeeinflussung, wie sie von den bisher geübten Verfahren (Gas- und Wasserbädern) bekannt ist, konnte nicht festgestellt werden. Dies gilt besonders für das CO_2 -Sprühbad. In ihm kamen "spezifische CO_2 -Wirkungen" nur bezüglich der Pulsfrequenz vor.
- 4) Alle verabreichten Bäder wurden ausnahmslos als angenehm empfunden. Subjektiv stand das Gefühl der Entspannung im Vordergrund.

A N H A N G

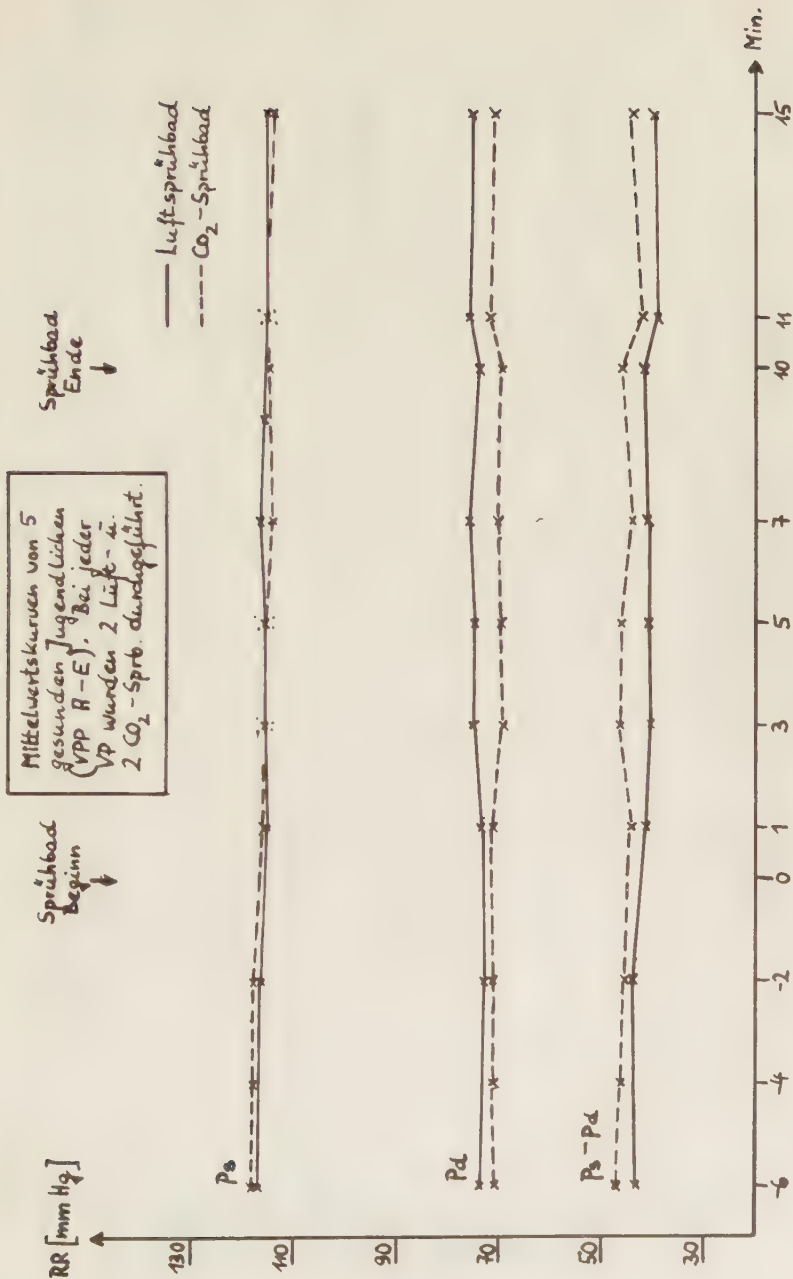


ABB. I.

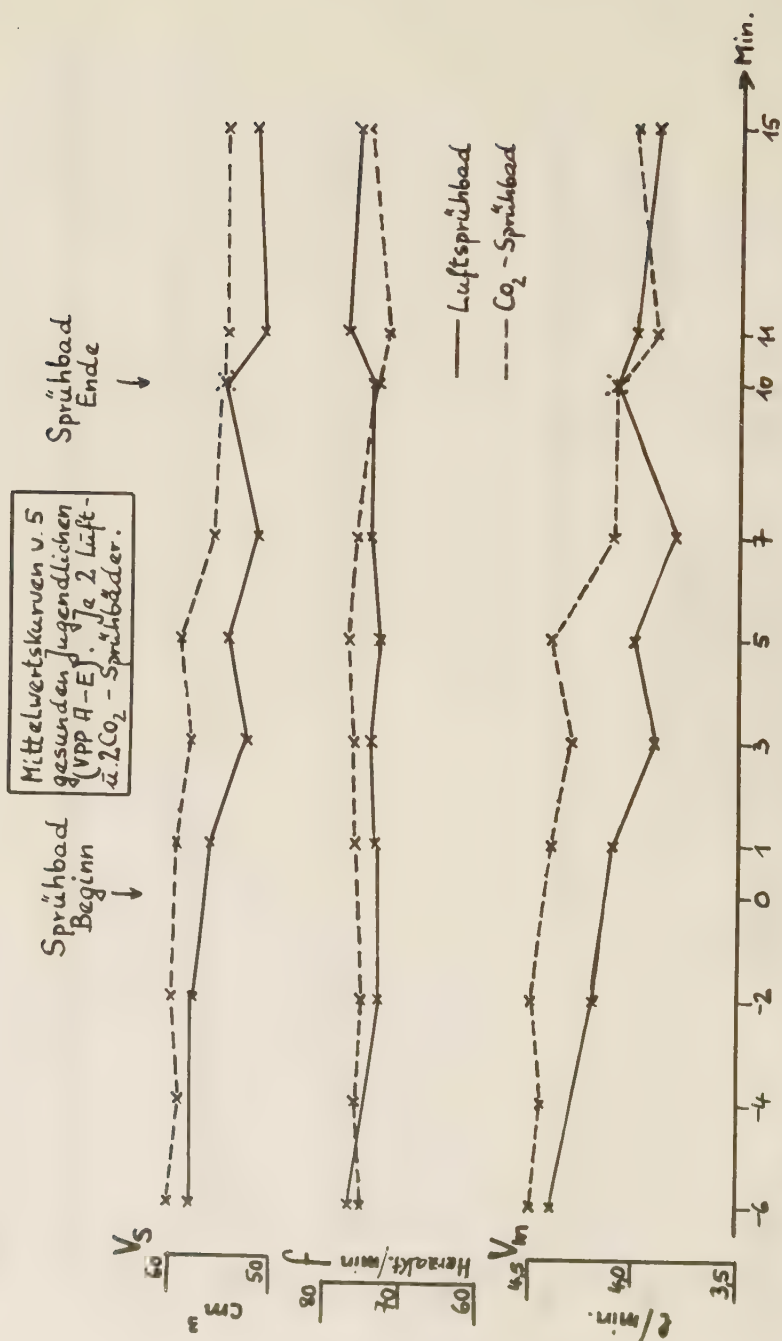


ABB. II.

Mittelwertskurven von 5 gesunden Jugendlichen (Vpp H-E).
 Je 2 Luft- und 2 CO₂-Sprühbäder.

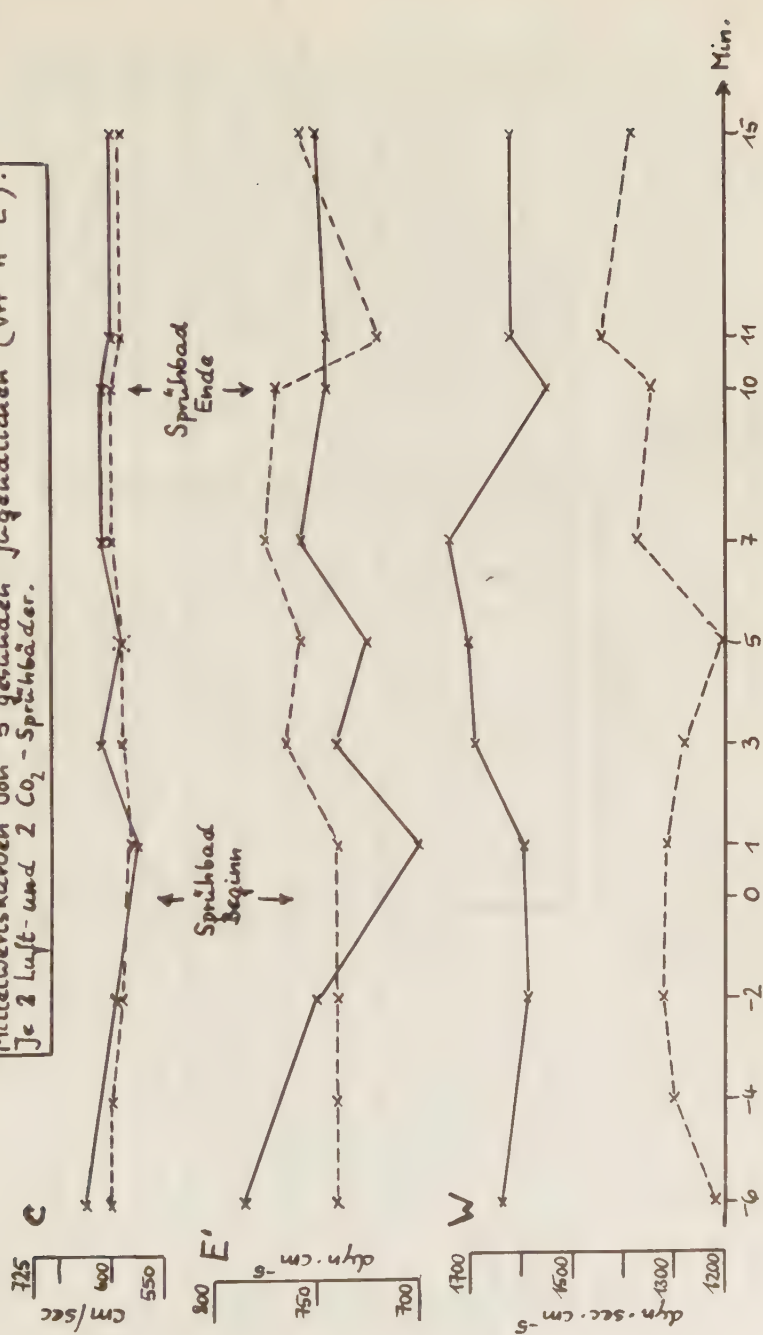


ABB. III.

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 u. 3

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 u. 3 (in %)

MW aus 9 u. 10

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Minute	-6	-4	-2	1	3	5	7	10	11	15	
P _s	129,0	-	126,5	121,0	122,0	124,5	124,5	123,0	120,0	121,5	120,75
P _d	69,0	-	68,0	72,0	71,0	72,0	73,5	72,0	69,5	72,5	71,0
P _s - P _d	60,0	-	58,5	49,0	51,0	52,5	51,0	51,0	50,5	49,0	49,75
V _s	82,2	-	79,0	63,6	67,0	71,5	70,5	73,4	67,5	68,0	67,75
V _m	6,0	-	5,3	4,5	4,8	5,0	5,0	5,3	5,2	5,1	5,15
f	73,0	-	67,5	72,0	73,5	71,5	72,0	73,0	79,0	74,5	76,75
c	553	-	553,0	562	562	545	537	545	555	545	550,0
E'	774	-	778	702	702	675	665	678	685	719	702,0
W	1046	-	1044	1250	1130	1112	969	1013	981	1077	1029,0

TABELLE I Kreislaufgrößen der VPA. Mittelwerte aus 2 Luft-Sprühbädern.

MW aus 9 u. 10

Änderg v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1-3 (in%)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1-3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	
Minute	-6	-4	-2		1	3	5	7	10	11	15	
P _s	119,0	118,0	115,0	117,3	118,0	114,0	112,5	110,0	113,0	-3,9	114,5	113,5
P _d	65,5	65,5	65,0	65,2	66,0	64,0	68,0	65,5	65,5	+0,4	69,0	69,50
P _s - P _d	53,5	52,5	50,0	52,1	52,0	50,0	44,5	44,5	47,5	-9,7	45,5	43,75
V _s	75,0	75,0	75,0	75,0	81,9	72,8	66,5	67,9	62,5	-20,0	67,7	65,85
V _m	5,0	5,5	5,7	5,4	5,6	5,2	4,8	4,6	4,4	-22,7	4,8	4,65
f	67,0	73,0	72,0	70,7	69,0	71,5	72,0	68,5	66,0	-7,1	71,0	70,75
c	545	528	513	529	493	508	500	500	521	-1,5	521	514,0
E'	637	632	610	626	582	627	611	595	628	+0,3	620	615,5
W	1091	1006	1023	1040	928	987	1094	1098	1169	+12,4	1125	1127,5

TABELLE I a Kreislaufgrößen der VPA. Mittelwerte aus 2 CO₂-Sprühbädern.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 - 3 (in %)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 - 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10
Minute	-6	-4	-2		1	5	5	7	10	11	15
P _s	125,0	126,0	126,0	125,7	121,0	121,0	125,0	121,5	122,0	124,0	120,0
P _d	76,0	77,0	77,5	76,8	77,5	71,5	73,0	73,5	73,5	72,0	71,0
P _s - P _d	49,0	49,0	48,0	48,7	43,5	49,5	52,0	48,0	48,5	52,0	51,0
V _s	50,5	53,1	50,0	51,2	45,2	49,3	49,0	46,0	46,6	48,7	50,6
V _m	4,0	4,2	4,0	4,1	4,1	4,1	4,3	4,0	3,8	3,8	4,1
f	81,5	80,75	81,5	81,25	91,5	86,75	89,0	89,0	84,0	78,0	84,0
c	659	644	652	652	666	696	668	696	668	593	655
E'	921	869	903	898	991	1001	1002	1060	983	789	965
W	1440	1380	1464	1428	1538	1421	1312	1592	1485	-	1378,0

TABELLE II a. Kreislaufgrößen der VPB. Mittelwerte aus 2 CO₂-Sprühbädern.

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 u. 3 (in %)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 u. 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3		4	5	6	7	8		9	10	
Minute	-6	-4	-2		1	3	5	7	10		11	15	
P _s	105,0	-	107,4	106,0	106,0	107,0	107,0	107,0	108,0	+1,8	107,5	106,5	107,0
P _d	70,5	-	68,0	69,25	66,0	70,5	74,5	76,0	70,0	+1,0	72,5	74,0	73,25
P _s - P _d	34,5	-	39,0	36,75	40,0	36,5	32,5	31,0	38,0	+3,4	35,0	32,5	33,75
V _s	50,2	-	55,1	52,65	56,6	52,5	43,1	44,0	53,7	+2,0	52,4	47,3	49,85
V _m	4,1	-	4,3	4,2	4,3	4,0	3,3	3,0	4,0	-5,0	3,9	3,7	3,80
f	70,0	-	77,0	73,5	75,5	76,75	76,0	69,0	74,0	+0,7	74,5	77,5	76,0
c	550	-	557	553,5	578	571	614	600	581	+4,9	540	538	539,0
E'	651	-	677	664	680	675	723	658	670	+0,9	631	657	644,0
W	1440	-	1287	1363,5	1288	1398	1787	1922	1391	+2,0	1527	1711	1619,0

TABELLE III. Kreislaufgrößen der VPC. Mittelwerte aus 2 Luft-Sprühbädern.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 - 3 (in %)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 - 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Minute	-6	-4	-2	1	3	5	7	10	11	15
P _s	109,5	108,5	111,0	106,5	107,0	108,0	106,5	107,0	106,0	107,0
pd	72,0	73,5	73,5	70,0	73,5	69,0	71,5	73,5	74,5	75,0
P _s - Pd	37,5	35,0	37,5	36,5	33,5	39,0	35,0	33,5	31,5	31,0
V _s	57,5	53,4	58,8	56,2	53,5	58,5	55,8	49,2	43,5	45,75
V _m	3,8	3,5	4,0	3,5	3,8	3,8	4,0	3,6	3,0	3,30
f	67,0	66,5	69,0	63,5	71,0	66,0	72,5	74,0	69,5	75,0
c	558	557	557	588	585	553	545	571	590	570,0
E'	597	609	618	588	585	613	608	649	672	656,5
W	1175	1574	1435	1482	1488	1364	1380	1568	1884	1752,0

TABELLE III a. Kreislaufgrößen der VPC. Mittelwerte aus 2 CO₂-Sprühbädern.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 u. 3 (in %)Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 u. 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3		4	5	6	7	8		9	10	
Minute	-6	-4	-2		1	3	5	7	10		11	15	
P _s	124,5	-	122,0	123,25	120,0	119,5	115,5	123,0	119,0	- 3,5	118,5	119,5	119,0
P _d	71,0	-	71,5	71,25	72,5	73,0	74,0	73,0	72,0	+ 1,0	76,0	72,0	74,0
P _s - P _d	53,5	-	50,5	52,0	47,5	46,5	41,5	50,0	47,0	-10,6	42,5	47,5	45,0
V _s	69,1	-	65,0	67,0	66,1	61,1	64,1	62,6	59,9	-11,8	50,0	59,6	54,80
V _m	5,5	-	4,8	5,15	4,8	4,5	4,7	4,8	4,5	-14,4	4,0	4,5	4,25
f	79,0	-	74,5	76,75	75,0	74,0	74,5	77,5	76,5	- 0,3	81,0	76,0	78,50
c	609	-	601	605	561	578	557	593	594	- 1,8	635	618	628,5
E'	734	-	717	725	651	682	665	743	735	+ 1,4	807	750	778,5
W	1019	-	1168	1093	1237	1311	1182	1144	1194	+ 9,2	1410	1200	1305,0

TABELLE IV. Kreislaufgrößen der VPD. Mittelwerte aus 2 Luft-Sprühbädern.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1-3 (in%)

Mittelwerte (MW)
der Meßp. 1 - 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Minute	-6	-4	-2	1	3	5	7	10	11	15	
P _s	118,5	116,5	117,5	115,5	116,5	115,0	115,5	115,0	-2,3	112,0	112,5
P _d	65,0	63,0	62,0	64,0	64,5	61,0	61,5	61,0	-3,8	62,0	62,5
P _s - P _d	53,5	53,5	55,0	51,5	52,0	54,0	54,0	54,0	+0	50,0	50,0
V _s	67,4	67,5	71,5	67,5	64,3	71,0	67,0	68,8	+0	64,2	63,85
V _m	5,6	5,3	5,5	5,0	4,5	5,3	4,7	5,0	-9,2	4,5	4,50
f	83,0	78,5	77,5	74,5	74,5	73,0	70,5	74,0	-7,7	69,5	70,25
c	570	570	556	556	577	563	584	570	+0,9	577	573,5
E'	754	720	708	697	734	700	704	706	-3,0	695	702,0
W	884	898	851	868	1027	872	997	913	-4,0	1081	1060,0

TABELLE IV a. Kreislaufgrößen der VPD. Mittelwerte aus 2 CO₂-Sprühbädern.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 u. 3 (in %)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 u. 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3		4	5	6	7	8		9	10	
Minute	-6	-4	-2		1	3	5	7	10		11	15	
P _s	116,5	113,0	-	114,75	115,0	114,5	115,5	114,0	117,0	+ 1,9	116,0	115,0	115,0
P _d	85,5	-	85,5	85,50	86,5	86,5	86,0	85,5	84,0	- 1,8	86,5	84,5	85,5
P _s - P _d	31,0	-	27,5	28,75	25,5	28,0	29,5	28,5	33,0	+14,4	29,5	30,5	30,0
V _s	39,1	-	28,3	33,7	31,5	30,0	30,3	25,8	32,8	- 2,7	32,0	32,0	32,0
V _m	3,0	-	2,0	2,5	2,20	2,25	2,15	1,90	2,40	- 4,2	2,4	2,5	2,45
f	76,0	73,5	-	74,75	69,5	75,5	71,5	74,0	74,5	- 0,3	75,0	80,0	77,50
c	818	-	688	753	683	693	693	745	742	- 1,5	686	686	686,0
E'	1028	-	893	960	838	867	871	970	916	- 4,8	849	888	868,5
W	3188	-	3573	3380	3018	2895	3220	3497	2690	-25,7	2723	2487	2605,0

TABELLE V. Kreislaufgrößen der VPE. Mittelwerte aus 2 Luft-Sprühbädern.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 - 3 (in %)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 - 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	
Minute	-6	-4	-2		1	3	5	7	10	11	15	
P _s	122,0	121,5	121,0	121,5	123,0	124,0	124,0	122,5	124,0	+ 2,0	124,0	123,5
P _d	81,0	80,5	82,5	81,3	82,0	80,0	78,5	82,0	79,5	- 2,3	80,0	79,0
P _s - P _d	41,0	41,0	38,5	40,2	41,0	44,0	45,5	40,5	44,5	+10,7	44,0	44,50
V _s	50,7	45,2	42,5	46,1	47,3	49,8	50,2	42,6	46,9	+ 1,7	47,3	47,70
V _m	4,0	3,7	3,4	3,7	3,8	4,0	4,2	3,4	3,8	+ 2,7	3,8	3,75
f	81,5	82,0	80,0	81,2	81,0	80,5	85,0	81,0	81,0	- 0,3	81,0	79,50
c	661	693	686	680	665	661	651	682	661	- 2,8	682	682,0
E'	798	870	856	841	832	840	863	888	881	+ 4,7	876	870,0
W	1525	1651	1842	1673	1656	1490	1388	1803	1588	- 5,4	1687	1693,0

TABELLE V a. Kreislaufgrößen der VPE. Mittelwerte aus 2 CO₂-Sprühbädern.

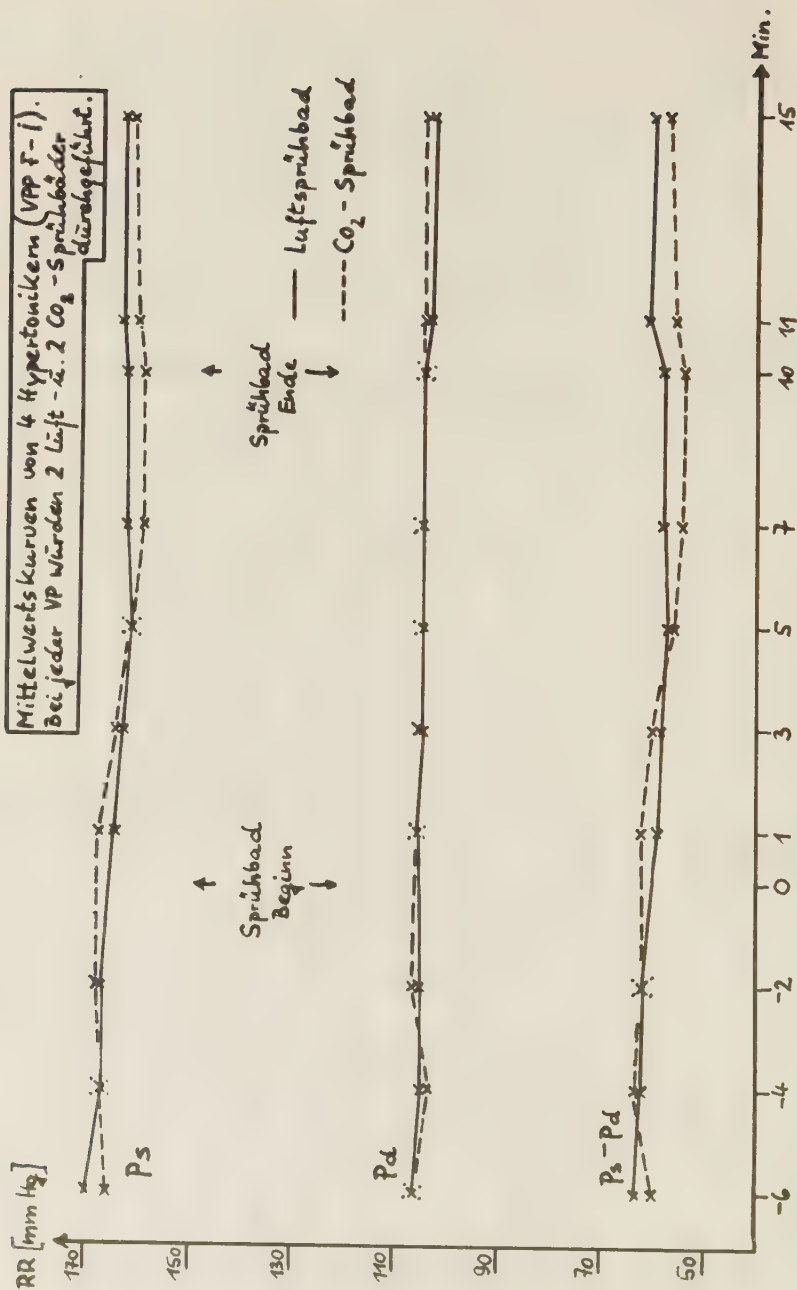


ABB. IV.

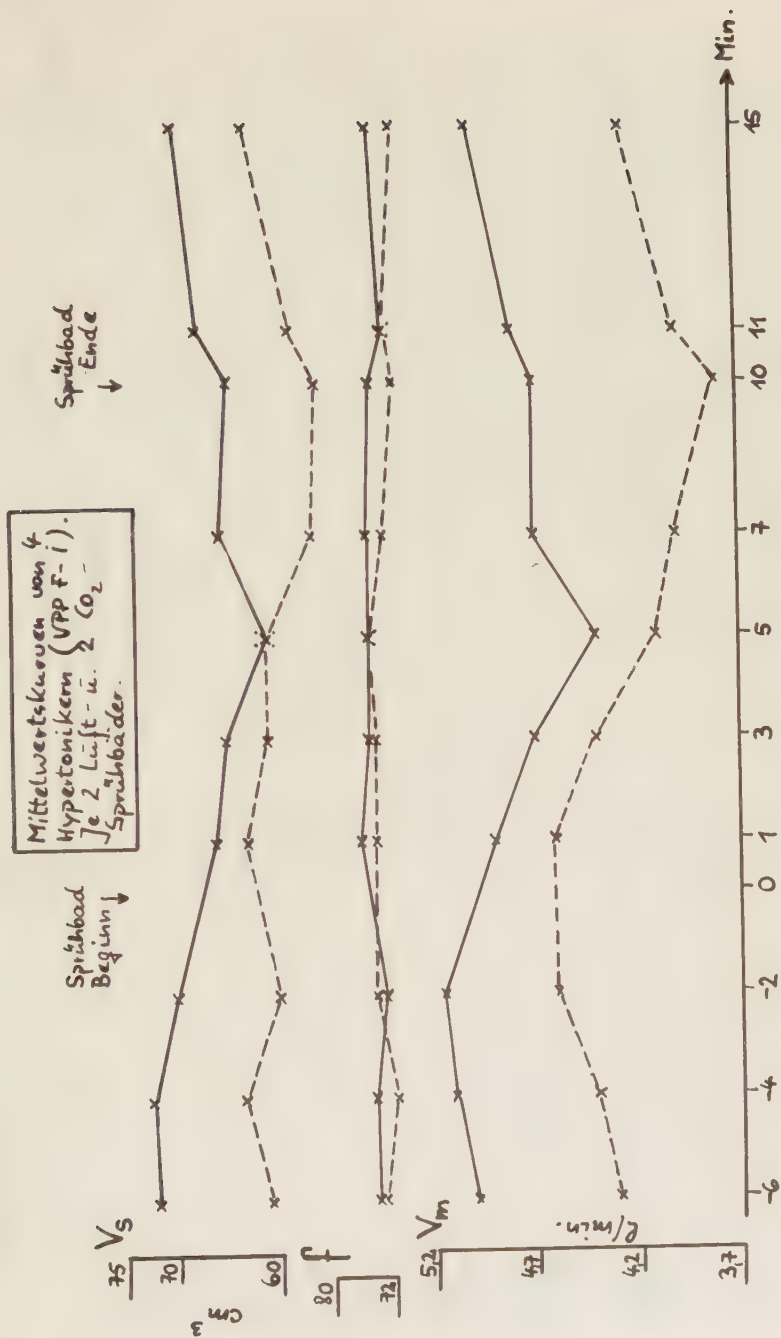
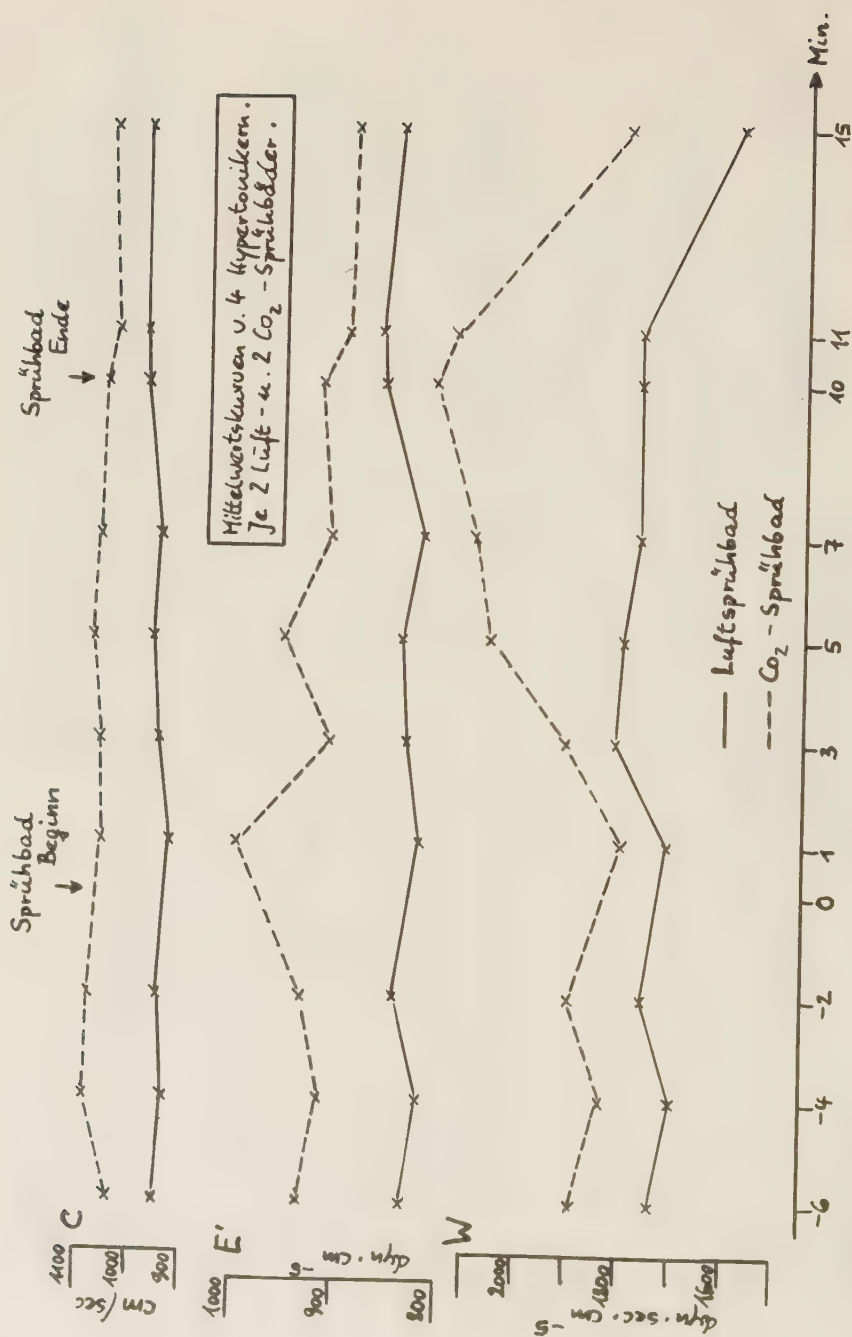


ABB. V.



HBB. VI.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 - 3 (in%)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 - 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3		4	5	6	7	8		9	10	
Minute	-6	-4	-2		1	3	5	7	10		11	15	
Ps	164,0	160,5	161,0	161,8	158,0	158,0	157,5	158,0	159,0	-1,7	161,0	161,5	161,25
Pd	90,0	91,0	89,0	90,0	92,0	90,5	91,0	88,5	89,5	-0,5	89,0	89,5	89,25
Ps - Pd	74,0	69,5	72,0	71,8	66,0	67,5	66,5	69,5	69,5	-3,3	72,0	72,5	72,25
Vs	101,0	100,0	97,4	99,4	90,1	89,3	83,8	94,7	96,1	-3,4	96,9	99,4	98,15
Vm	6,8	6,5	6,8	6,7	6,2	6,1	5,7	6,5	6,7	+0	6,7	6,9	6,80
f	67,2	65,7	68,0	66,6	69,0	69,0	72,7	69,0	70,2	+5,4	69,7	69,5	69,60
c	803	762	774	780	831	819	819	803	803	+3,0	772	803	787,5
E'	642	613	641	632	649	664	646	633	641	+1,4	651	641	646,0
W	1025	1067	1038	1043	1203	1163	1164	1019	1038	-0,5	1066	1003	1039,5

TABELLE VI. Kreislaufgrößen der VPF. Mittelwerte aus 2 Luft-Sprühbadern.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 - 3 (in%)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 - 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	
Minute	-6	-4	-2		1	3	5	7	10	11	15	
Ps	159,0	156,0	156,0	157,0	160,0	154,0	155,0	154,0	150,0	- 4,7	152,0	153,0
Pd	96,0	92,0	95,0	97,7	97,0	93,0	95,5	95,5	95,0	- 2,9	95,5	88,50
Ps - pd	63,0	64,0	61,0	62,7	63,0	61,0	59,5	58,5	55,0	-14,0	56,5	59,0
Vs	79,8	80,8	82,8	81,8	79,6	73,2	71,6	75,2	66,2	-25,1	70,0	73,0
Vm	5,3	5,6	5,1	5,3	5,5	5,0	5,1	5,3	4,5	-17,7	4,6	4,80
f	67,2	64,0	68,7	66,6	68,7	68,7	71,0	71,0	68,5	+ 2,8	66,0	66,35
c	857	800	827	828	818	857	828	800	815	- 1,6	815	821,5
E'	689	666	691	682	683	716	718	677	710	+ 4,1	684	688,0
W	1368	1378	1279	1342	1380	1446	1418	1357	1588	+18,3	1588	1481,0

TABELLE VIa. Kreislaufgrößen der VPF. Mittelwerte aus 2 CO₂-Sprühbädern.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 - 3 (in %)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 - 3

Sprühhad

Meßpkt.	1	2	3		4	5	6	7	8		9	10	
Minute	-6	-4	-2		1	3	5	7	10		11	15	
P _s	174,5	178,5	177,5	176,8	174,0	174,0	175,5	176,5	175,5	- 0,7	177,0	175,0	176,0
p _d	124,5	123,5	124,0	124,0	123,0	123,0	125,0	124,0	121,0	- 2,5	120,0	121,5	120,75
P _s - p _d	50,0	55,0	53,5	52,8	51,0	51,0	50,5	52,5	54,5	+ 3,2	57,0	53,5	55,25
V _s	55,6	64,2	67,5	62,4	60,0	58,6	59,6	64,6	66,5	+ 6,6	71,5	65,1	68,30
V _m	4,0	4,7	4,7	4,45	4,6	4,5	4,5	4,9	5,0	+12,3	5,3	4,9	5,10
f	72,7	74,0	71,7	72,8	78,5	76,2	77,4	76,2	74,5	+ 2,3	73,7	76,0	74,85
c	1001	970	950	974	922	914	870	905	931	- 4,7	977	989	983,0
E'	837	808	794	813	787	827	796	772	778	- 4,5	814	831	822,5
W	2551	2244	2038	2274	1935	2200	1835	1950	1941	-17,6	1700	1898	1799,0

TABELLE VII. Kreislaufgrößen der VPG. Mittelwerte aus 2 Luft-Sprühhadern.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 - 3 (in %)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 - 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Minute	-6	-4	-2	1	3	5	7	10	11	15
P _s	175,0	176,0	175,5	173,5	175,0	171,0	163,0	164,0	164,0	165,0
P _d	118,0	114,0	114,0	115,0	115,5	112,0	112,0	113,0	111,0	112,5
P _s - P _d	57,0	62,0	61,5	58,5	59,5	59,0	51,0	51,0	53,0	52,5
V _s	55,9	62,6	62,7	66,0	55,9	63,0	48,9	50,4	53,5	52,3
V _m	4,1	4,6	4,6	5,1	4,1	4,8	3,7	3,6	4,0	3,9
f	74,7	74,2	74,7	78,5	75,7	77,0	77,5	74,0	74,5	75,0
c	1124	1114	1114	940	1150	1122	1160	1083	1069	1078
E'	970	936	925	835	1010	976	1027	980	974	957
W	2129	1873	1887	1696	2106	1928	2350	2423	2330	2259

TABELLE VII a. Kreislaufgrößen der VPG. Mittelwerte aus 2 CO₂-Sprühbädern.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 - 3 (in%)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 - 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	
Minute	-6	-4	-2		1	3	5	7	10	11	15	
P _s	165,0	163,0	161,5	163,2	158,0	156,5	155,0	156,0	159,0	-2,6	160,0	160,5
P _d	105,5	106,0	106,0	105,7	104,0	104,5	102,0	105,0	106,0	+0,3	103,5	102,75
P _s - p _d	60,0	57,0	55,5	57,5	54,0	52,0	53,0	51,0	53,0	-8,5	56,5	57,75
V _s	43,6	43,9	40,2	42,8	44,0	42,6	37,6	42,5	39,9	-7,2	43,5	45,25
V _m	4,0	4,2	3,6	3,6	4,1	3,9	3,5	3,9	3,6	±0	3,9	4,05
f	93,7	95,5	90,5	93,1	93,5	92,2	93,5	92,0	91,5	-1,7	90,0	90,25
c	1043	1048	1043	0144	1001	1001	1111	1081	1063	+1,8	1068	1058,0
E'	1187	1153	1180	1173	1085	1074	1144	1047	1160	-1,1	1140	1121,0
W	1936	1967	2230	2044	1965	2080	2246	2047	2243	+9,7	2106	1967,5

TABELLE VIII. Kreislaufgrößen der VPH. Mittelwerte aus 2 Luft-Sprühbädern.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 - 3 (in%)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 - 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Minute	-6	-4	-2	1	3	5	7	10	11	15
P _s	165,0	166,0	168,0	166,3	165,0	159,0	158,0	159,5	-4,3	158,5
P _d	108,0	105,5	110,5	108,0	105,0	107,0	106,5	107,5	-0,4	110,0
P _s - p _d	57,0	60,5	57,5	58,3	60,0	52,0	51,5	52,0	-11,7	48,5
V _s	40,0	44,3	41,7	42,0	45,7	40,6	36,1	35,7	-17,6	35,7
V _m	3,6	3,7	3,8	3,7	4,2	3,1	3,0	3,0	-23,3	3,1
f	92,5	85,7	91,2	89,8	92,0	90,5	83,7	85,5	-5,5	88,0
c	1250	1220	1250	1240	1220	1250	1250	1282	+3,4	1193
E'	1270	1198	1240	1236	1179	1320	1240	1272	+2,9	1191
W	2208	2117	2194	2173	1980	2650	2635	2669	+22,8	2789
										2775,5

TABELLE VIIIa. Kreislaufgrößen der VPH. Mittelwerte aus 2 CO₂-Sprühbädern.

MW aus 9 u. 10

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 - 3 (in %)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 - 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	
Minute	-6	-4	-2		1	3	5	7	10	11	15	
P _s	176,0	167,0	168,0	170,3	168,0	164,0	157,5	160,0	156,5	- 8,8	156,5	155,75
P _d	106,0	100,0	101,0	102,3	104,0	101,0	100,0	101,0	101,5	- 0,8	99,0	98,50
P _s - P _d	70,0	67,0	67,0	68,0	64,0	63,0	57,5	59,0	55,0	-23,6	57,5	57,25
V _s	88,5	81,5	75,2	81,7	71,4	69,0	62,3	60,3	55,6	-46,9	58,3	69,40
V _m	5,5	5,0	4,6	5,0	4,5	4,3	3,9	3,8	3,4	-47,0	3,5	3,55
f	62,2	62,2	62,0	62,1	64,0	64,0	62,7	61,7	62,5	+ 0,6	60,7	60,70
c	947	967	1035	973	1013	1061	1061	1061	1123	+15,4	1123	1107,0
E*	678	704	760	714	765	785	792	824	854	- 5,6	851	833,0
W	1460	1517	1647	1544	1736	1832	1957	2066	2216	+43,7	2208	2171,0

TABELLE IX. Kreislaufgrößen der VPI. Mittelwerte aus 2 Luft-Sprühbädern.

Änderg. v. Meßp. 8
gegenüber MW aus
Meßp. 1 - 3 (in %)

Mittelwert (MW)
der Meßp. 1 - 3

Sprühbad

Meßpkt.	1	2	3		4	5	6	7	8		9	10	
Minute	-6	-4	-2		1	3	5	7	10		11	15	
P _s	166,0	163,0	167,0	165,3	171,0	165,0	160,5	161,5	163,5	- 1,1	166,0	168,0	167,0
P _d	101,0	101,0	102,0	101,3	107,0	106,5	105,5	105,0	105,0	+ 3,6	102,0	105,0	103,75
P _s - P _d	65,0	62,0	65,0	64,0	64,0	58,5	55,0	56,5	58,5	- 9,6	64,0	62,5	63,75
V _s	69,1	61,1	69,1	66,4	64,2	68,4	59,1	66,1	70,1	+ 5,5	74,6	75,3	74,95
V _m	4,1	3,6	4,1	3,9	3,9	4,1	3,5	3,9	4,1	+ 5,1	4,3	4,5	4,40
f	59,5	60,0	60,0	59,8	61,0	59,7	60,7	59,5	58,7	- 1,8	59,0	60,0	59,50
c	1141	1210	1147	1166	1203	1069	1123	1069	1049	-11,1	1085	1039	1062
E'	808	868	806	827	857	736	804	736	729	-13,4	738	727	732,5
W	1871	2083	1873	1942	2090	1982	2250	2014	2007	+ 3,3	1825	1793	1809,0

TABELLE IX a. Kreislaufgrößen der VPI. Mittelwerte aus 2 CO₂-Sprühbädern.

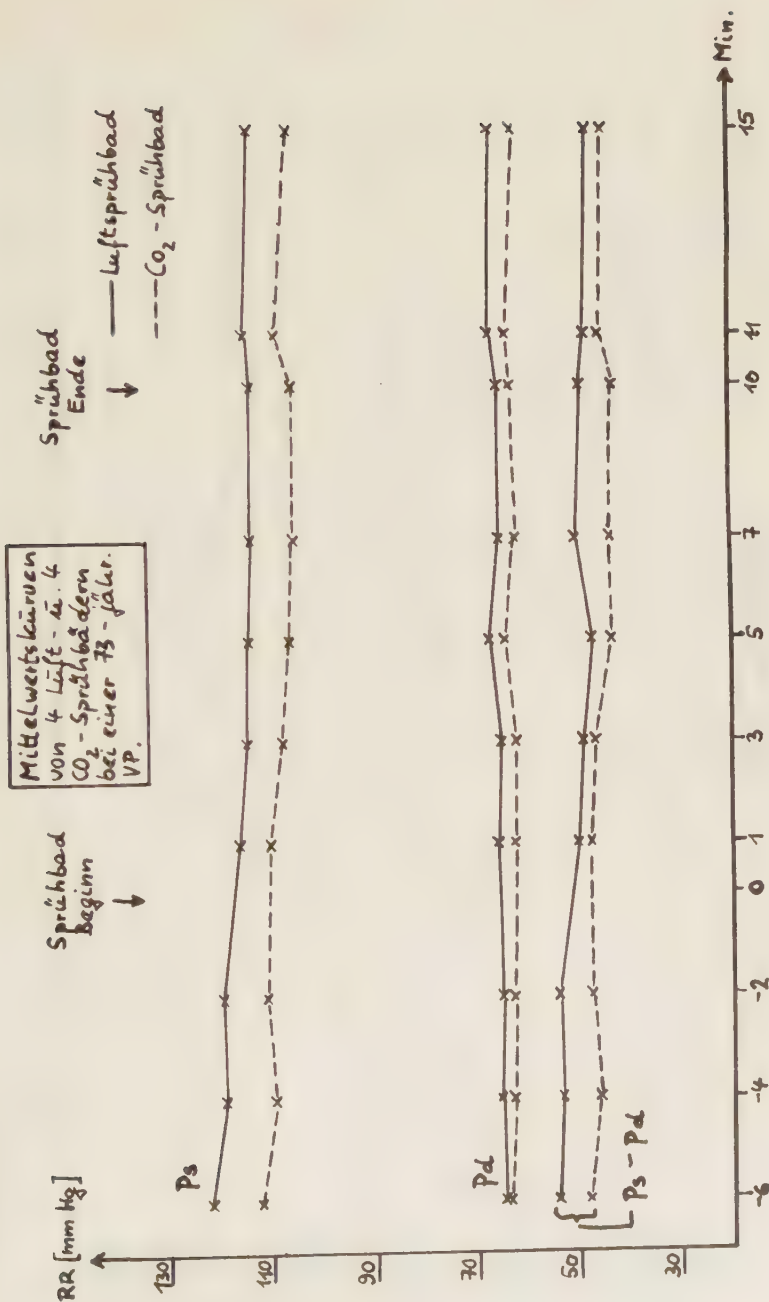


ABB. VII.

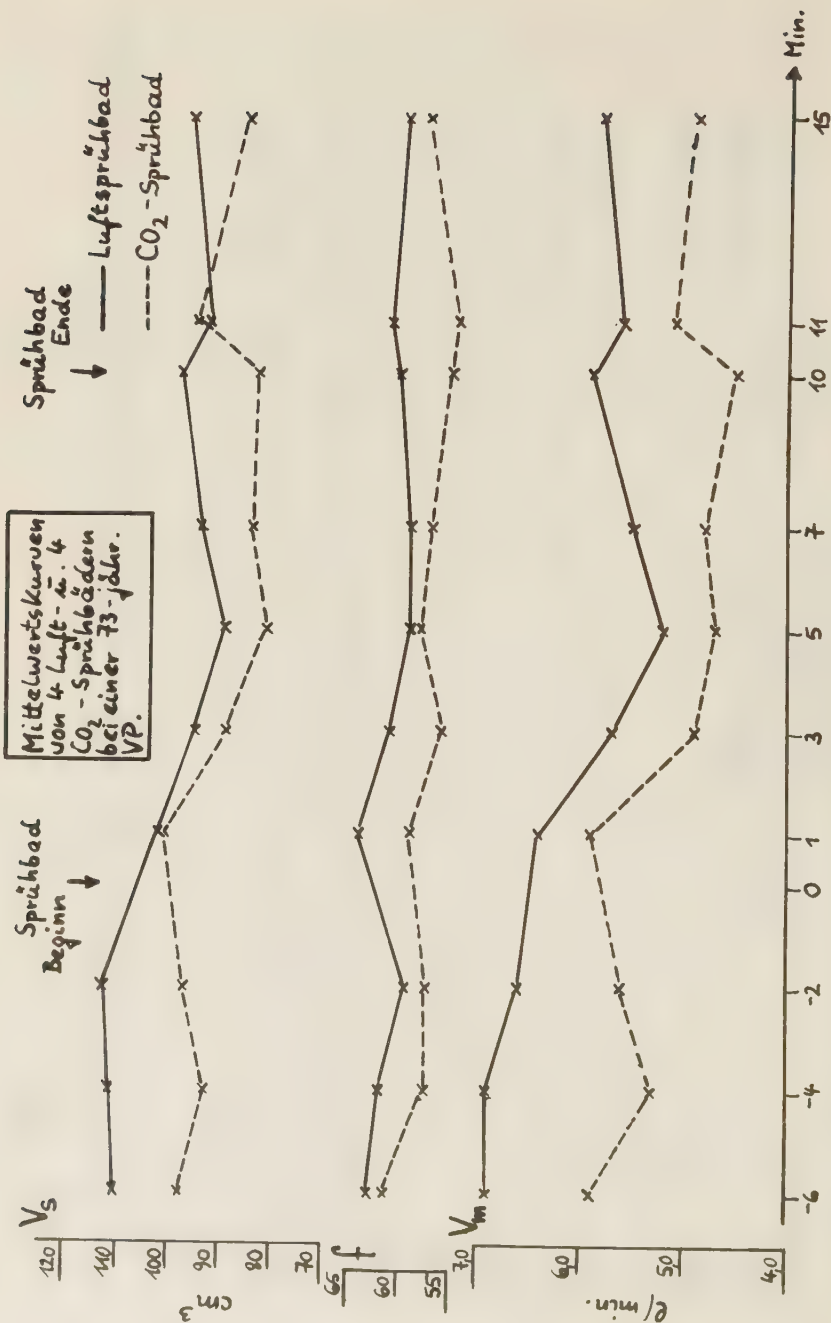


ABB. VIII.

Mittelwertskurven von 4 Luft- u. 4 CO₂-Sprb. bei einer 73-jähr. VP

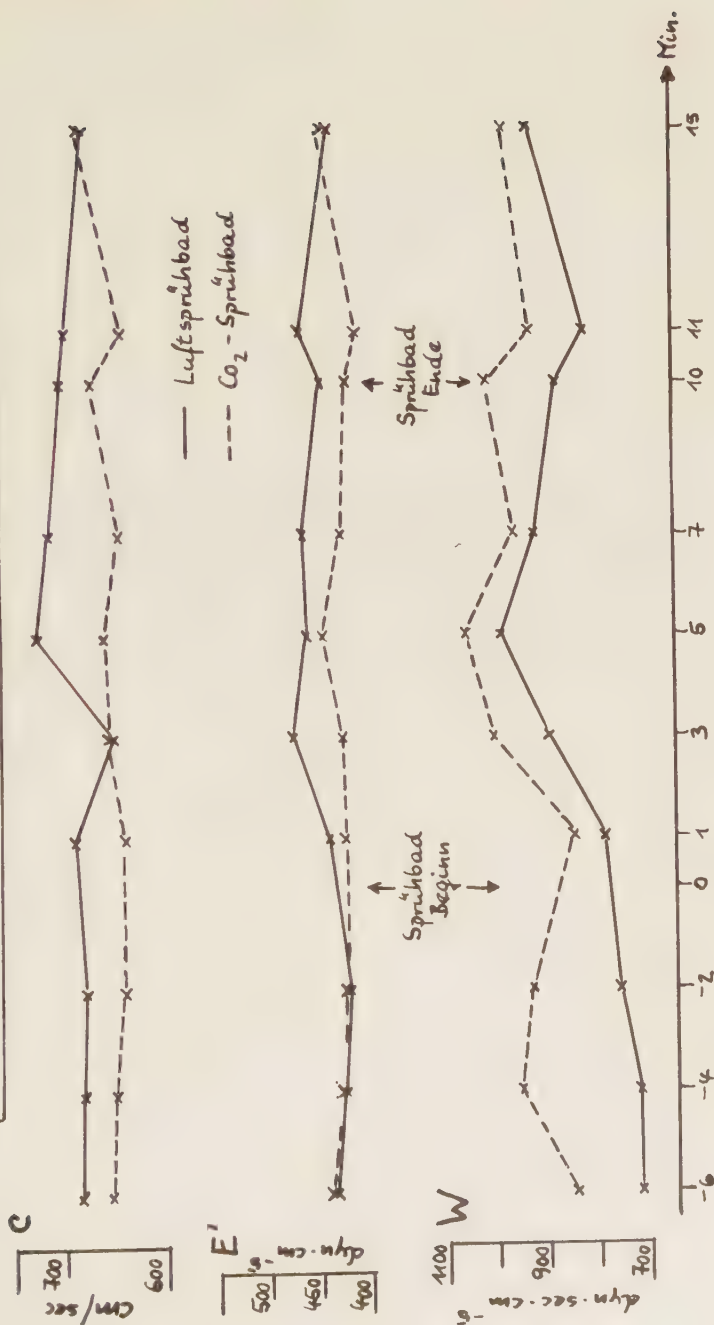


ABB. IX.

Herrn Professor v. Braunbehrens danke ich für die Übernahme des Referats. Außerdem bin ich der Jod-Schwefelbad GmbH, Bad Wiessee für die finanzielle Unterstützung der wissenschaftlichen Arbeiten und Herrn Direktor Lang der LVA Oberbayern für die Bereitstellung des Cardirex zu Dank verpflichtet.

LITERATURVERZEICHNIS

- Bischoff, M. u. Paetsch, L. zit. n. Witzleb
- Boman, K., Hensel, H., Die Entladung der Kaltreceptoren bei äußerer Einwirkung von Kohlensäure
u. Witt, I. Pflüg. Arch. 264:107, 1957
- Broemser zit. n. Rein - Schneider,
Springer-Verlag, 1956.
- Cobet, R., v. Haebler Über den Einfluß der Kohlensäuregasbäder auf den Menschen. Klin. Med., 112:134 (1930).
- Dirnagl, K. u. Kamm, S. Experimentelle Ergebnisse über Kreislaufwirkungen von Kohlensäuregasbädern. Phys. Ther. 7:122 (1955).
- Dirnagl, K., Fick, K., Das "Sprühbad", eine neue balneotherapeutische Anwendungsform. Münch. Med. Wschr., 103:2230 (1961).
Schneider, U.
- v. Diringshofen, H., Die Wirkungen der mechanischen Einflüsse des Wasserbades. Medizinische, 1953, S. 1288.
- Eckervogt, F.I Über den Gaswechsel im CO₂-Gasbad. Z. Kreislauforschung, 43:369 (1954).
- Frank zit. n. Neumann-Boeder
- Gauer, O.H. Die hydrostatische Wirkung von Bädern auf den Kreislauf. Dtsch. Med. J., 6:462 (1955).
- Gollwitzer-Meier, Kl. Kreislauf und Atmung im Bad. Balneologe, 2:289 (1935).
- Gollwitzer-Meier, Kl. Zur Frage der Wirkung des Kohlensäurebades auf die Herzenergetik. Balneologe, 5:434 (1938).
- Groedel u. Wachter zit. n. Witzleb
- Haeussler, H., Über die Kohlensäureaufnahme durch die Haut aus verschiedenen Wässern. Balneologe, 3:217 (1936).
- Hediger zit. n. Kramer u. Sarre.
- Herkel Wiss. Mitteil. Nauheim 6, 1939.
- Hildebrandt, G., Bedeutung der Tagesrhythmik für die Phys. Th.
Engelbertz, P. Arch. Phys. Th. V, 2:160 (1953).

- | | |
|-------------------------------------|---|
| Hille, H., Baum, J.,
Renner, K. | Kreislaufuntersuchungen im Kohlensäuregasbad.
Z. angew. Bäder-Klimaheilk. 11:120 (1964). |
| Hille, H., Hertlein, W.,
Baum J. | Experimentelle Untersuchungen über die Kreislaufwir-
kung von Kohlensäuresprühbädern. Z. angew. Bäder-
u. Klimaheilk., 11:45 (1964) |
| Jungmann, H. | Der Kreislauf in kühlen, indifferenten und heißen Bä-
dern. Z. angew. Bäder- u. Klimaheilk., 11:25 (1964). |
| Kramer, K., Sarre, H., | Untersuchungen über die Kohlensäurediffusion durch
die Haut. Balneologe, 2:4 (1935). |
| Kroetz, Chr.,
Waechter, R. | Über das Minutenvolumen des Herzens in verschiede-
nen Bäderarten. Klin. Wschr., 12:1517 (1933). |
| Neumann-Boeder | Funktionsprüfungen in der Herzkreislaufdiagnostik.
2. Aufl. Walter De Gruyter u. Co., Berlin 1963. |
| Reichel, H., Palme, U. | Erfahrungen in der CO ₂ -Gasbadebehandlung.
Phys. Th., 1:306 (1949). |
| Schulz, W., Amelung, W. | Vergleichende Untersuchungen der wirksamen Fakto-
ren des CO ₂ -Gasbades. Phys. Th., 9:317 (1957). |
| Seitz, W. | Taschenbuch der Inneren Medizin, Stuttgart, 1962. |
| Sturm, A., Meimeth, A. | Stufentonosphygmographische Beobachtungen bei Koh-
lensäurebädern. Exper. Med., 97:725 (1936). |
| Suter | zit. n. Neumann-Boeder |
| Thron, H.L. | Die hydrostatische Bäderwirkung auf Herz und Kreis-
lauf. Bäder- u. Klimaheilk., 7:125 (1960). |
| Wezler-Böger | zit. n. Neumann-Boeder u. Rein-Schneider. |
| Witzleb | Handbuch Bäder-Klimaheilk. Stuttgart, 1962. |

LEBENS LAUF

Am 6. Juni 1937 wurde ich, Volker Scheidemandel, als dritter und letzter Sohn des Lungenfacharztes Dr. med. Friedrich Scheidemandel und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Naue, in Nürnberg geboren. Volksschule und Humanistisches Gymnasium besuchte ich in meiner Geburtsstadt. Im Wintersemester 1957/58 begann ich das Studium der Medizin an der Universität Erlangen. Dort bestand ich im Frühjahr 1960 die ärztliche Vorprüfung und verbrachte anschließend mein erstes klinisches Semester in Wien. Danach studierte ich nochmals zwei Semester in Erlangen und immatrikulierte mich im 9. Semester an der Universität München. Dort beschloß ich mein Studium im Juni 1963 mit dem Med. Staatsexamen. Meine Med.-Ass.-Zeit begann ich am Balneologischen Institut bei der Universität München, wo ich gleichzeitig mit den Versuchen für meine Dissertation beschäftigt war. Seit Juni 1964 bin ich als Med.-Ass. an der III. Med. Klinik der Städt. Krankenanstalten Nürnberg tätig. Ab Mai 1965 war ich als chirurgischer Med.-Ass. am Kreiskrankenhaus Eckernförde, ab November 1965 als Med.-Ass. auf der geburts-hilflich-gynäkologischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Neustadt/Aisch tätig.

